

**Z U S E Z  
23**

**Unterrichtsanleitung**

**ZUSE KG · BAD HERSFELD**

**Elektronische Rechenanlagen**



# Inhaltsverzeichnis

=====

## Kapitel I

	<u>Seite</u>
1. <u>Einführung in die Rechenmaschinenteknik</u>	1
1.1 Programmbegriff	1
1.2 Darstellung der Zahlen, Befehle und Texte	4
1.3 Ausführung der Grundrechenoperationen	13
1.4 Arbeitsweise eines Rechenautomaten	21
1.4.1 Erläuterung der Hauptteile	21
1.4.2 Speicherwerk	24
1.4.3 Kommandowerk (Leitwerk)	26
1.4.4 Rechenwerk	27
1.4.5 Zeitgeber (Uhr)	28
1.4.6 Stromversorgungsteil	29
1.5 Übersicht über die Organisation der programmgesteuerten elektronischen Rechanlage ZUSE Z 23	30
1.6 Röhren-Grundsaltungen	31
1.6.1 Triode in Katodenbasisschaltung	31
1.6.2 Triode in Anodenbasisschaltung	32
1.6.3 Triode in Gitterbasisschaltung	33
1.7 Transistor-Grundsaltungen	34
1.7.1 Emitterschaltung	34
1.7.2 Basisschaltung	35
1.7.3 Kollektorschaltung	36

## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

	<u>Seite</u>
1.8 Bauelemente programmgesteuerter Rechenanlagen	38
1.8.1 Das Flip-Flop	38
1.8.2 Die Negation	41
1.8.3 Vorschaltungen	43
1.8.4 Impulserzeugung	45
1.8.5 Anwendungsbeispiele	48
1.8.6 Erläuterung einiger Begriffe der Impulstechnik	50
1.9 Das Transistor-Flip-Flop	51
1.9.1 Prinzipschaltung	51
1.9.2 Anfangsstellung	52
1.9.3 Arbeitsweise	52
1.10 Zuverlässigkeit und Funktionssicherheit von Rechenanlagen	55
1.11 Impulswerk der Z 23 (Uhr)	56
1.11.1 Die Erzeugung des Einzelimpulses	60
1.11.2 Die Erzeugung der S-Impulse	61
1.11.3 Bemerkungen zur Uhrspur, dem Einzelimpuls und den S-Impulsen	62
1.11.4 Erzeugung der P-Impulse	64

## Kapitel II

2. Beschreibung der logistischen Schaltpläne der ZUSE Z 23	69
2.1 Einleitung	69
2.2 Allgemeines	69



## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

	<u>Seite</u>
2.3 Informationsdarstellung in der ZUSE Z 23	73
2.4 Übersicht, Leitwerk, Schaltbild Nr. 18 001	77
2.4.1 Das Leitwerk	80
2.4.1.1 Das Befehlsregister (b)	80
2.4.1.2 Schiebeimpuls	81
2.4.1.3 Löschung	83
2.4.1.4 Übernahme des Befehlsregisterinhaltes ins Steuerregister "r"	85
2.4.1.5 Das +1'-Addierwerk	85
2.4.1.6 Befehlszählregister c	88
2.4.1.7 Entschlüsselung des Steuerregister-Inhaltes	89
2.4.1.8 Entschlüsselung der Op-Zeichen	89
2.4.1.9 Entschlüsselung der Ssp.-Adressen	90
2.4.1.10 Entschlüsselung der Trommel-Adressen	94
2.4.1.11 Sektor-Zähler, bzw. Sektoradressenteil in r	96
2.4.1.12 Eingang des Befehls-Registers	99
2.4.1.13 Start-Stop-Weiter	99
2.4.1.14 Trommeladressen-Stop	102
2.4.1.15 Entschlüsselung der Bedingungszeichen	103
2.4.2 Worttransporte in der ZUSE Z 23	106
2.4.2.1 Erzeugung des Normalworttransportes	107
2.4.2.2 Worttransport für Wiederholungsbefehle (W2)	111
2.4.2.3 Worttransport für schnelle Multiplikation (W3)	112

## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

	<u>Seite</u>
2.4.2.4 Worttransport für schnelle Division (W4)	113
2.4.2.5 Worttransport mit bedingungsabhängigem E-Befehl (W5)	114
2.4.2.6 Worttransport für Serienschiebungen im Akku und Ssp.3 (W6)	115
2.4.2.7 Worttransport für Blocktransfer	116
2.4.3 Linearer Schnellspeicherablauf	117
2.4.4 Schneller Trommelablauf	121
2.5 Übersicht Speicher- und Rechenwerk Zeichnung Nr. 18 002	122
2.5.1 Speicher- und Rechenwerk	127
2.5.1.1 Operationswerk	127
2.5.1.2 Der Akkumulator	128
2.5.1.3 Zählspeicher 13	130
2.5.1.4 Schnellspeicher 3	131
2.5.1.5 Schnellspeicher 5	132
2.5.1.6 Pufferregister "S"	132
2.5.1.7 Arbeitsweise des Kernspeichers	133
2.5.1.8 Kernspeicher-Quersummenkontrolle	135
2.5.1.9 Regeneration	137
2.5.1.10 Schreiben und Lesen der Trommel- Information	137
2.6 Das Operationswerk (Schaltbild Nr. 18003)	142

## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

### Kapitel III

	<u>Seite</u>
3. Beschreibung der wichtigsten Befehlsabläufe	153
3.1 Automatische Fernschreiber-Abschaltung	204
3.2 Automatische Locher-Ein- bzw. Locheraus- schaltung	205
3.3 Steuerung des Ein- und Ausgabekanals	206
3.4 Handeingabe	206
3.5 Ausgabe auf Facit-Locher	207
4. Anhang	209
4.1 Einführung in die Dualzahlen	209
4.2 Liste der Schnellspeicher	214

Schaltebild, Leitwerk, Nr. 18 001

Schaltebild, Rechenwerk, Nr. 18 002

Blockschaltebild ZUSE Z 23, Nr. 18 004



## Kapitel I

### 1. Einführung in die Rechenmaschinenteknik

#### 1.1. Programmbegriff

Da für ein tieferes Verständnis der technischen Wirkungsweise programm-gesteuerter Rechenanlagen ein wenigstens oberflächlicher Einblick in die Struktur der Vorbereitung mathematischer Probleme unerlässlich ist, sei zunächst der Begriff Programm etwas erläutert.

Der Begriff Programm begegnet uns im täglichen Leben sehr häufig. Stets bedeutet er eine Zusammenstellung von Handlungen, welche in bestimmter Reihenfolge zeitliche geordnet sind. In gleicher Weise wollen wir den Programmbegriff für programm-gesteuerte Rechenmaschinen definieren. Ein Programm sei hier z.B. eine Zusammenstellung von Zahlen, von Anweisungen (+, -, x, : usw.) was mit diesen Zahlen geschehen und in welcher Reihenfolge die Bearbeitung der Zahlen gemäß den Anweisungen erfolgen soll. Kurz gesagt, Programm: Womit, was und in welcher Reihenfolge etwas getan werden soll.

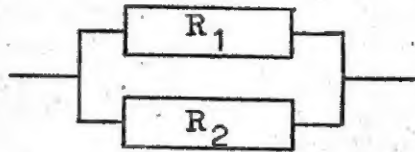
Diese Kurzdefinition ist für das gesamte Gebiet der Automation zutreffend.

Die Vorbereitung einer Aufgabe für die Rechnung, d.h. das Aufstellen des Programms, nennt man Programmieren. Wir wollen im folgenden Abschnitt an Hand der Programmierung einer einfachen, auch für den nicht speziell geschulten Techniker verständlichen kleinen Aufgabe den Programmbegriff noch etwas näher erläutern.

### Beispiel zur Programmierung:

zu berechnen sei die Aufgabe. (Parallelschaltung von zwei Widerständen):

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = R$$



Seien  $R_1 = 1k$

$R_2 = 1k, 1,1k, 1,2k$  usw..... bis  $9,9k$

Es ist also 100 mal die angegebene Formel zu berechnen.

Programm für die Rechnung mit einer Tischrechenmaschine:

- Schritt notiere Zahl 1 ( $R_1$ )
- " " " 1 ( $R_2$ )
- "  $R_1 = 1$  eintasten
- "  $R_2 = 1$  "
- " x Taste drücken (Tischrechenmaschine rechnet  $R_1 \cdot R_2$ )
- " Zwischenergebnis  $R_1 \cdot R_2$  notieren
- "  $R_1 = 1$  eintasten
- "  $R_2 = 1$  "
- " + Taste drücken (Tischrechenmaschine rechnet  $R_1 + R_2$ )
- " Zwischenergebnis  $R_1 + R_2$  notieren
- " notiertes Zwischenergebnis von Schritt 5,  $R_1 \cdot R_2$  eintasten
- " notiertes Zwischenergebnis von Schritt 9,  $R_1 + R_2$  eintasten
- " : Taste drücken (Tischrechenmaschine rechnet  $\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ )
- " 1. Endergebnis  $\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 0,5$  notieren



Vorgang neu beginnen

1. Schritt notiere 1 ( $R_1$ )
2. " " 1,1 ( $R_2$ )
3. "  $R_1 = 1$  eintasten
4. "  $R_2 = 1,1$  "
- usw. 2. Endergebnis  $\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 0,523$  notieren.

Dieser Vorgang ist solange zu wiederholen, bis mit

$R_1 = 1$ ;  $R_2 = 9,9$  gerechnet wird.

Dazu sind 1400 Programmschritte auszuführen.

Die Bearbeitung solcher Aufgaben mit Tischrechenmaschinen erfordert bei Programmwiederholungen dauernde Ausführung des Programms von Hand, was zeitraubend und kräfteverzehrend ist. Fehlermöglichkeiten sind vor allem durch falsches Eintasten und Notieren gegeben.

Die Automatisierung dieses Vorganges erfolgt dadurch, daß das Programm nur einmal aufgeschrieben wird und die Vorgänge des Eintastens, der Auslösung der Rechenoperationen und des Notierens von Ergebnissen von der Maschine automatisch ausgeführt werden.

Eine solche Maschine muß folgendes können:

1. Programm und Zahlenwerte in sich aufnehmen und aufbewahren; genannt Speichern (z.B. Aufschreiben auf magn. Schicht).
2. Das aufbewahrte Programm wieder lesen und in der gewünschten Reihenfolge zur Ausführung bringen.
3. Durchführung der Grundoperationen.
4. Gerechnete Ergebnisse ausgeben, aufschreiben.

Maschinen, die in der Lage sind diese Operationen auszuführen, werden programm-gesteuerte Rechenmaschinen genannt. Solche Maschinen enthalten nach dem heutigen Stand der Technik vorwiegend mechanische, mechanisch-elektrische und elektronische Bauelemente.

## 1.2 Darstellung der Zahlen, Befehle und Texte

Unser Umgang mit Zahlen im täglichen Leben beschränkt sich fast ausschließlich auf das dekadische Ziffernsystem. Dieses dekadische System gestattet uns, mittels der zehn Ziffern 0 bis 9 alle Zahlen darzustellen. Wollen wir mit einer elektronischen Maschine genauso verfahren, würden wir Schaltelemente benötigen, welche 10 verschiedene stabile Zustände (z.B. 10 verschiedene Spannungen) erzeugen könnten.

Prinzipiell wäre dieses möglich, wegen der hohen Kosten werden jedoch z.Zt. noch vorwiegend Bauelemente eingesetzt, welche zwei stabile Zustände: Ein oder Aus, +30 Volt oder -30 Volt, stromführend oder nicht stromführend, Ja oder Nein usw. enthalten. Entsprechend den zwei Zuständen wird ein Zahlensystem benutzt, welches zur Darstellung seiner Zahlen nur zwei Ziffern, die Ziffern 0 und 1 benutzt. Statt 1 wird oft auch L geschrieben. Aus diesen beiden Ziffern gebildete Zahlen werden Dualzahlen genannt. Die Dualzahlen werden jedoch im allgemeinen nur im Inneren der Maschine verwendet.

Die Ein- und Ausgabe erfolgt dezimal. Die Dezimalzahlen werden von der Maschine in Dualzahlen übersetzt, dual gerechnet, wieder in das Dezimalsystem zurück übersetzt und dezimal ausgedruckt. Es ist nicht notwendig, daß das Bedienungspersonal einer solchen Maschine umfangreiche Kenntnisse des dualen Rechnens besitzt.

Dezimalzahlen werden gebildet aus Potenzen von 10,

$$\text{z.B. } 3084 = 3 \times 10^3 + 0 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 4 \times 10^0$$

Dualzahlen werden gebildet aus Potenzen von 2

$$\begin{aligned} \text{z.B. } 3084 = & 1 \times 2^{11} + 1 \times 2^{10} + 0 \times 2^9 + 0 \times 2^8 + 0 \times 2^7 + \\ & 0 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times \\ & 2^1 + 0 \times 2^0 \end{aligned}$$

Dezimal- und zugehörige Dualzahlen haben z.B. folgendes Aussehen:

<u>Dezimal</u>	<u>Dual</u>	Wir sehen:
0	0	Dualzahlen sind einfacher aufgebaut, jedoch länger.
1	L	
2	LO	
3	LL	
4	LOO	
5	LOL usw.	

Zur Unterscheidung von der Dezimalziffer 1 wird für die Dualziffer eine L geschrieben.

Die Rechenregeln für das Rechnen mit Dualzahlen sind dieselben wie die für Dezimalzahlen. Man merke sich:  $L + L = 0$  Übertrag L und  $0 + L$  oder  $L + 0 = L$  ohne Übertrag.

z.B.

<u>Dezimal</u>	<u>Dual</u>
5	L O L
+ 6	+ L L O
<hr/>	
Übertrag: 1	L
11	L O L L



$$2 \cdot 3 = 6$$

$$\begin{array}{r} \text{L O} \cdot \text{L L} \\ \text{L O} \\ \hline \text{L O} \\ \hline \text{L L O} = 6 \end{array}$$














Ein weiteres Eingehen auf Beispiele des dualen Rechnens würde den Rahmen dieser Einführung überschreiten.

Die Verarbeitung von Zahlen und Instruktionen im Inneren einer programm-gesteuerten Rechenanlage erfolgt im allgemeinen entweder im Dezimalsystem mittels dual verschlüsselter Dezimalzahlen, oder im Dualsystem durch Dualzahlen.

Die Darstellung mittels dual verschlüsselter Dezimalzahlen verteuert die Anlage gegenüber einer Verarbeitung im reinen Dualsystem, gestattet jedoch eine umfangreichere Selbstkontrolle der verarbeiteten Zeichen.

Die Darstellung einer Zahl im Dualsystem erfordert je nach Größe eine unterschiedliche Anzahl von Bauelementen, welche zwei stabile Zustände annehmen können, nämlich für jede Stelle ein Bauelement. Die Zahl 3084 hat im Dualsystem die Form: L L O O O O O O L L O O, ihre Darstellung gemäß den 12 Stellen erfordert 12 Bauelemente.

Z.B. Darstellung der Zahl 3084 im Dualsystem durch Lampenfeld: (Die vier gestrichelten Lampen brennen; insgesamt sind 12 Lampen erforderlich).

												
$2^{11}$	$2^{10}$	$2^9$	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	

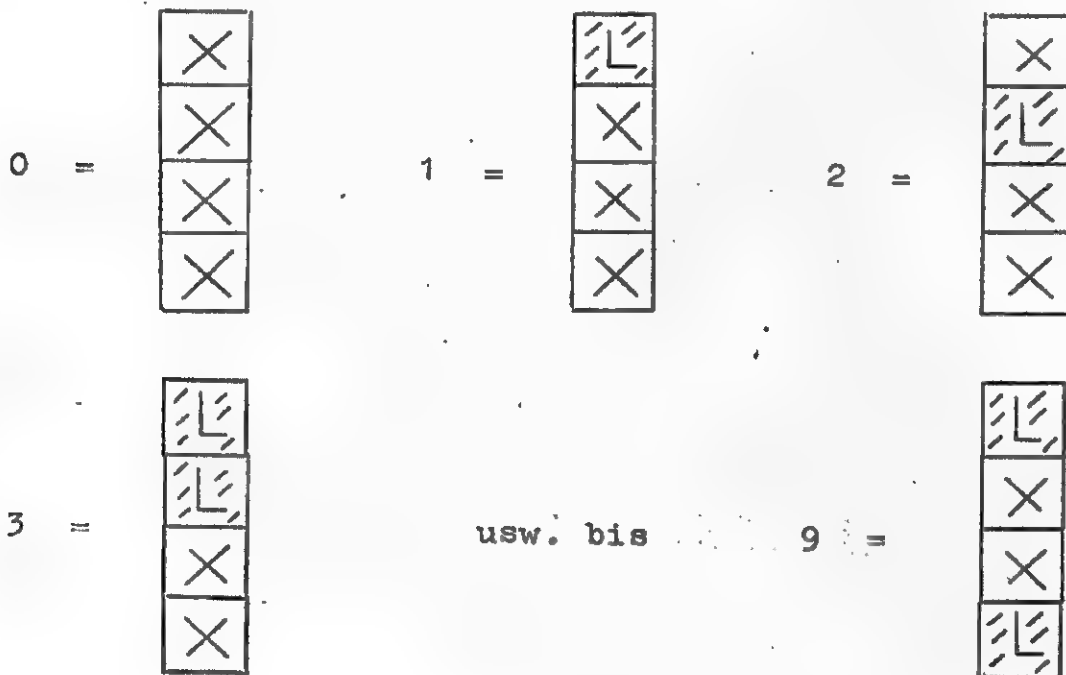
3084

8 4

Bei einer Zahlendarstellung durch dual verschlüsselte Dezimalzahlen werden für jede Ziffer mindestens vier Bauelemente benötigt. Der dezimale Stellenwert bleibt erhalten. Für die Zahl 3084 benötigt man gemäß ihren vier Stellen mindestens 16 Bauelemente.

Die Ziffern 0, 1, 2 ..... bis 9 des dekadischen Zahlensystemes lassen sich z.B. durch dual verschlüsselte Dezimalzahlen mittels des folgenden "Quinärcode" schreiben:

Jede Dezimalziffer wird dargestellt durch 4 Dualziffern, z.B.



3	0	8	4
$\begin{smallmatrix} \diagup \\ \diagdown \end{smallmatrix}$	X	X	X
$\begin{smallmatrix} \diagup \\ \diagdown \end{smallmatrix}$	X	X	X
X	X	X	$\begin{smallmatrix} \diagup \\ \diagdown \end{smallmatrix}$
X	X	$\begin{smallmatrix} \diagup \\ \diagdown \end{smallmatrix}$	X

= 3084 (insgesamt sind  
16 Lampen erforderlich)

Für Erläuterung der Dualverschlüsselung von Dezimalzahlen wurde die Anzeige durch ein Lampenfeld gewählt. Die Anzeige wird falsch, wenn eine der Lampen defekt ist.

Eine falsche Anzeige, also ein technischer Defekt, ist einfach zu erkennen, wenn für die Darstellung der Ziffern 0, 1, 2, 3 .... bis 9 statt vier Lampen fünf Lampen benutzt werden und ein Code verwendet wird, welcher zur Bedingung macht, daß jeder Ziffer grundsätzlich durch zwei brennende Lampen dargestellt ist. Brennt beispielsweise nur eine Lampe, liegt ein Defekt vor.

1.1 Darstellung von dualverschlüsselten Dezimalzahlen durch den "zwei von fünf" Code.



Schema:

Ziffer

Duale  
Besetzung

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		L	L	L			L			
1	L	L			L			L		
2	L		L			L			L	
3				L	L	L				L
6							L	L	L	L



Für die Darstellung der Zahl 3084 werden z.B. im "zwei von fünf" Code, gemäß den vier Dezimalstellen, insgesamt 20 Bauelemente benötigt; im Vergleich zu den 12 Bauelementen bei Verwendung des Dualsystems, ein recht hoher zusätzlicher Aufwand.

Die benutzten Bauelemente können entweder ausfallen, oder unerwünscht in Tätigkeit treten. Ihrer Ruhestellung ordnen wir die duale 0, ihrer Arbeitsstellung die duale 1 zu.

Bei Verwendung des "zwei von fünf" Code müssen jeweils zwei von den fünf Bauelementen, welche zu jeder Dezimalstelle gehören, die Stellung 1 und jeweils drei die Stellung 0 besitzen. Die Richtigkeit dieser Stellungen ist durch Kontrollschaltungen leicht und relativ sicher kontrollierbar. Falls Defekte vorliegen wird, die Anlage automatisch gestoppt.

Auch bei Verwendung des Dualsystems sind ähnliche Kontrollen möglich, ebenso bei Anwendung des "Quinär Code". Eine Beschreibung dieser Kontrollen erfolgt an späterer Stelle. Eine noch grössere Sicherheit gewährleisten weitere Vercodungen, bei welchen mehr als fünf Bauelemente zur Darstellung jeder Ziffer verwendet werden, ihre Beschreibung würde jedoch den Rahmen dieser Einführung überschreiten.

Eine besondere Verschlüsselung von Zahlen und Buchstaben stellt der im internationalen Fernschreibverkehr verwendete Fernschreibcode dar. Dieser Fernschreibcode wird auch für die Eingabe und Ausgabe von Zahlen und Instruktionen in der Rechenmaschinenteknik verwendet.

Die Anweisungen, was mit den Zahlen geschehen soll, werden Befehle genannt. Befehle werden im Inneren einer programmgesteuerten Rechenanlage durch Zahlen, entweder Dualzahlen oder dualverschlüsselte Dezimalzahlen, dargestellt. Dasselbe gilt für Buchstaben, z.B. Texte.

Extern werden Befehle und Texte entweder ebenfalls durch Zahlen vercodet, wodurch die Anschaulichkeit leidet, jedoch Umcodungsprozesse innerhalb der Maschine und damit Zeit gespart werden, oder die Angabe erfolgt durch der Anschauung zugängliche Zeichen und Buchstaben, z.B. + = addiere, x = subtrahiere, B = bringe usw., sowie normal geschriebene Texte, welche jedoch im Inneren der Maschine einer Umwandlung in Zahlen bedürfen.

Zur Erläuterung betrachten wir das gewählte Programmbeispiel, ausgeführt mit der Anschauung zugänglichen Zeichen:

z.B. Aufgabe  $\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = R_{1,2}$   $R_1 = 1 \text{ K}\Omega$   
für  $R_2 = 1 \text{ K}\Omega, 1,1 \text{ K}\Omega, 1,2 \text{ K}\Omega$  usw. bis  $9,9 \text{ K}\Omega$

So erhalten wir als Programm:

Schritt	Programm	Bedeutung
1. Schritt	1.0000	Zahl $R_1 = 1$ notiert
2. "	1.0000	Zahl Anfangswert $R_2 = 1$ notiert
3. "	B(1.Schritt)	B = Bringe $R_1 = 2$ enthalten im 1. Schritt in den Rechenmechanismus der Maschine
4. "	B(2.Schritt)	B = Bringe $R_1 = 1; 1,1 \dots 9,9$ enthalten im 2. Schritt in den Rechenmechanismus der Maschine
5. "	x(1;2.Schritt)	x = Multipliziere $R_1 \cdot R_2$
6. "	U(5.Schritt)	U = Umspeichern = Notiere Zwischenergebnis $R_1 \cdot R_2$ , enthalten im 5. Schritt, auf einem freien Platz, z.B. des Magnetspeichers.
7. "	B(1.Schritt)	B = Bringe $R_1 = 1$ in den Rechenteil
8. "	B(2.Schritt)	B = Bringe $R_2 = 1, 1,1 \dots 9,9$ in den Rechenteil
9. "	+(1;2.Schritt)	+ = Addiere $R_1 + R_2$

Schritt	Programm	Bedeutung
10. Schritt	U(9.Schritt)	U = Umspeichern = Notiere Zwischenergebnis
11. "	B(6.Schritt)	B = Bringe Zwischenergebnisse
12. "	B(10.Schritt)	B = Bringe in den Rechenteil
13. "	:(11.,12. " )	: = Dividiere $R_1 \cdot R_2 /$ $(R_1 + R_2)$
14. "	D (13.Schritt)	D = Drucke das im 13. Schritt erhaltene Ergebnis aus
15. "	0.1000	Um diesen Betrag ist laut Auf- gabe $R_2$ nach jedem Programm- durchlauf zu erhöhen.
16. "	B (2.Schritt)	B = Bringe 1,... in den Rechen- teil
17. "	B (15.Schritt)	B = Bringe 0.1000 in den Rechenteil
18. "	+ (16.;17. " )	+ = Addiere 1,... + 0.1000
19. "	U2 (18.Schritt)	Notiere das Ergebnis des 18. Schrittes dort wo der 2. Schritt notiert ist, d.h., notiere dort nacheinander 1; 1,1; 1,2; ... 9,9
20. "	Start	

Die Maschine beginnt automatisch die Formel  $R_1 \cdot R_2 / R_1 + R_2$  nacheinander mit den Werten  $R_1 = 1$ ;  $R_2 = 1$ ; 1,1 ... 9,9 durchzurechnen und die Ergebnisse auszudrucken.

Nach dieser Vorbereitung muß das Programm in einer für die Maschine verständlichen Form niedergeschrieben werden. Es müssen außer den Zahlen und Anweisungen (z.B. B = Bringe, + = addiere, U = umspeichern, notieren usw.) der Maschine noch Angaben gemacht werden, wo sie in ihrem Inneren die einzelnen Zahlen und Anweisungen aufbewahren soll. Für diese Aufbewahrung stehen Speicherplätze, z.B. auf einer magnetischen Schicht (Funktionsweise ähnlich dem Tomband) auf der Oberfläche eines routierenden Zylinders (genannt Trommel) zur Verfügung. Diese Speicherplätze sind nummeriert. Die einzelnen Nummern dieser Speicherplätze nennt man Adressen.



Man schreibt dann nicht wie im vorigen Abschnitt geschildert B (1. Schritt), oder U (5. Schritt), sondern B (1. Adresse) U (5. Adresse) usw. Lautet die Nummer des 1. Speicherplatzes (1. Adresse) des Programms z.B. 1, so schreiben wir B1, B2, U30 usw.

Diese Anweisungen B1, B2, U30, +, -, x, :, D nennt man Befehle (eine Übersicht über einige Bezeichnungen wird am Schluß gegeben). Unser gewähltes Programmbeispiel erhält dann folgendes Aussehen:

Speicherplatz	Programm	Bedeutung
1	1.0000	Zahl $R_1 = 1.0000$
2	1.0000	Zahl $R_2 = 1.0000$ Anfangswert
3	B1	bedeutet: Bringe die in Platz (Adresse) 1 stehende Zahl in den Rechenteil (eine 1.0000 geht in den Rechenteil)
4	B2	bedeutet: Bringe die in Platz 2 notierte 1 in den Rechenmechanismus
5	x	Multipliziere beide, Ergebnis ist $R_1 \cdot R_2$
6	U30	Notiere das Ergebnis dieser Multiplikation auf Platz (Adresse) 30
usw.	usw.	

Die hier erläuterte Programmierungsart mit den Zeichen B = Bringe, U = Umspeichern, x = Multiplizieren, + = Addieren, - = Subtrahieren, : = Dividieren, D = Drucken usw. wird Freiburger-Code genannt. Maschinen, welche im Freiburger-Code programmierbar sind, erfordern nur kurze Einarbeitungszeiten des Personals. Der Programminhalt ist übersichtlich; Programmierungsfehler sind leicht zu finden.

### 1.3 Ausführung der Grundrechenoperationen

In programm-gesteuerten Rechenanlagen werden die Zahlen z.B. durch Ströme oder Spannungen dargestellt. Wir wollen annehmen, die Dual-Zahl 0 durch 0 Volt und die Dual-Zahl 1 durch 30 Volt. Die technische Verwirklichung wollen wir später besprechen. Hier soll zunächst nur erläutert werden, wie die Behandlung solcher Spannungen z.B.  $0 = 0$  Volt bzw.  $1 = 30$  Volt zur Lösung mathematischer Aufgaben herangezogen werden kann.

Elementar betrachtet, können Rechenmaschinen mit elektronischen Bauelementen z.B. nur zur Verarbeitung von Zahlen eingesetzt werden:

Spannungen von z.B.  $0 = 0$  Volt und  $1 = 30$  Volt erzeugen und in geeigneten Bauelementen aufbewahren.

Die in den Bauelementen aufbewahrten Spannungen miteinander vergleichen.

Die in den Bauelementen aufbewahrten Spannungen auf andere Bauelemente übertragen, transportieren.

Den Transport von z.B. elektrischen Grössen, welche Zahlen darstellen sollen, nennt man Zahlenfluß.

Während des Transportes ist eine Umkehrung der Spannungen elektronisch durch Umkehrbauelemente möglich. Dieses Umkehren der Spannungen nennt man Negation, aus 0 wird 1, aus 1 wird 0.

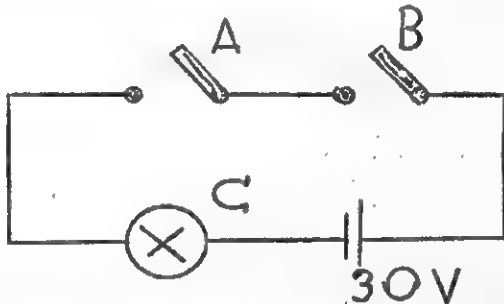
Erzeugen, Transportieren, Vergleichen und Negieren elektrischer Grössen, sind die grundlegenden Eigenschaften eines Rechenautomaten, welche notwendig sind, um eine Lösung mathematischer Aufgaben durch Maschinen zu ermöglichen. Mittels dieser grundlegenden Eigenschaften kann die Maschine die Elementaroperationen der Logistik ausführen. Einige dieser Elementaroperationen wollen wir besprechen, soweit es für die Erläuterung des

folgenden Stoffes erforderlich erscheint.

1.) Der konjunktive Vergleich zweier Grössen:

Konjunktiv verglichen, liefern zwei Grössen nur dann ein Ergebnis, wenn beide Grössen gleich lauten.

Beispiel:



Die Lampe C brennt nur dann, wenn beide Schalter (A und B) geschlossen sind.

Nennen wir das Brennen der Lampen das Ergebnis C, so können wir schreiben:

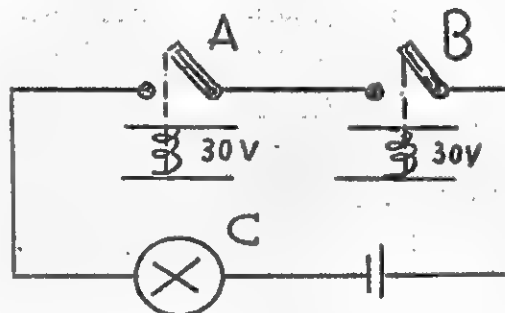
A und B liefert C

statt "und" führen wir das Zeichen  $\wedge$  ein, statt "liefert" führen wir das Zeichen  $\longrightarrow$  ein und erhalten als Formel:

$A \wedge B \longrightarrow C$

Um unser Beispiel auf die Verarbeitung von Zahlen zu übertragen, stellen wir uns vor, die beiden Schalter würden durch Magnete betätigt von welchen jeder 30 Volt Spannungen benötigt, seinen Schalter zu schliessen.

Beispiel:



dann können wir schreiben:

$A \wedge B \longrightarrow C$

oder

$30V \wedge 30V \longrightarrow 30V$



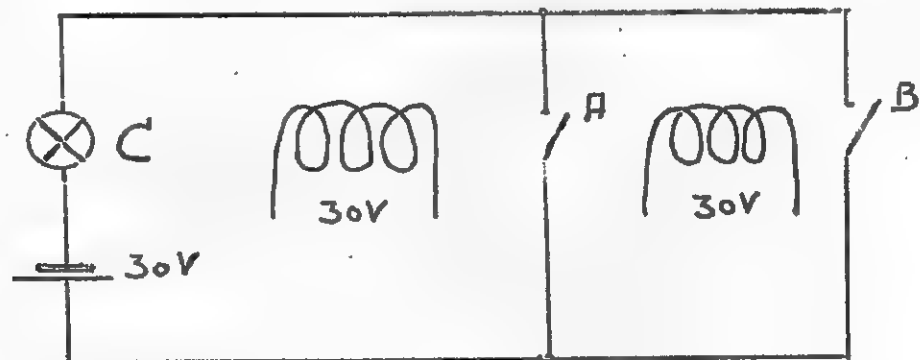
oder

$L \wedge L \longrightarrow L$  d.h. der konjunktive Vergleich von  
L und L liefert L

## 2.) Der disjunktive Vergleich zweier Grössen:

Disjunktiv verglichen liefern zwei Grössen immer dann ein Ergebnis, wenn mindestens eine der Grössen erfüllt ist.

Beispiel:



Die Lampe C brennt immer dann, wenn mindestens einer der beiden Schalter (A oder B) geschlossen ist.

Nennen wir das Brennen der Lampe das Ergebnis C, so können wir schreiben:

A oder B liefert C

statt "oder" führen wir das Zeichen  $\vee$  ein und erhalten als Formel:

$A \vee B \longrightarrow C$  bzw. betrachtet mit Magnetschaltern

$30 \text{ Volt} \vee 30 \text{ Volt} \longrightarrow 30 \text{ Volt}$

$(\text{Magnet}) \vee (\text{Magnet}) \longrightarrow (\text{Lampe})$

bzw. mathematisch liefert z.B. ein disjunktiver Vergleich

$L \vee L \longrightarrow L$

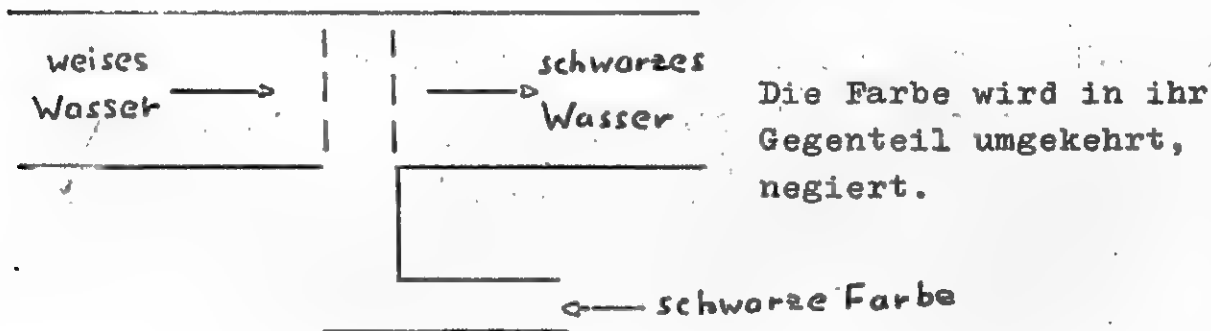
$L \vee 0 \longrightarrow L$

$0 \vee L \longrightarrow L$

### 3.) Die Negation einer Grösse:

Unter Negation verstehen wir die Umkehrung einer Grösse.

Beispiel: Betrachten wir die Farbe von weissem Wasser, welches durch ein Rohr fließt und welchem schwarze Farbe zugesetzt wird.



Wir schreiben:

Weisses Aussehen umgekehrt liefert schwarzes Aussehen.

Als Zeichen führen wir einen Querstrich für das Ergebnis einer Negation ein, für Negieren = Umkehren schreiben wir  $\bar{\phantom{x}}$ .

A umgekehrt wird  $\bar{A}$  oder

L " "  $\bar{L} = 0$  oder

0 " "  $\bar{0} = L$

L  $\bar{\phantom{x}}$  →  $\bar{L}$

Weitere logistische Regeln wollen wir nicht erläutern. Die genannten Operationen können auch mit mehreren Grössen ausgeführt werden. In der späteren technischen Betrachtung kommen wir noch kurz darauf zurück.

Die oben genannten logistischen Regeln können durch elektrische Bauelemente, in den Beispielen hatten wir Relais verwendet, realisiert werden. Mittels der logistischen Operationen wiederum lassen sich die mathematischen Elementaroperationen lösen,

somit also mit elektrischen Bauelementen mathematische Aufgaben bearbeiten. Wir wollen ein kleines Beispiel betrachten:

Zu addieren sei  $5 + 2 = 7$  in dualer Form

$$\begin{array}{r} L O L \\ + O L O \\ \hline \end{array}$$

Ergebnis:  $L L L$

Als Rechenregeln für Dualzahlen hatten wir angegeben  $L + L = 0$  mit Übertrag  $L$  und  $0 + L$  bzw.  $L + 0$  ohne Übertrag  $= L$ .

Da bei dieser einfachen Aufgabe keine Überträge auftreten, ist sie bereits durch Disjunktionen lösbar.

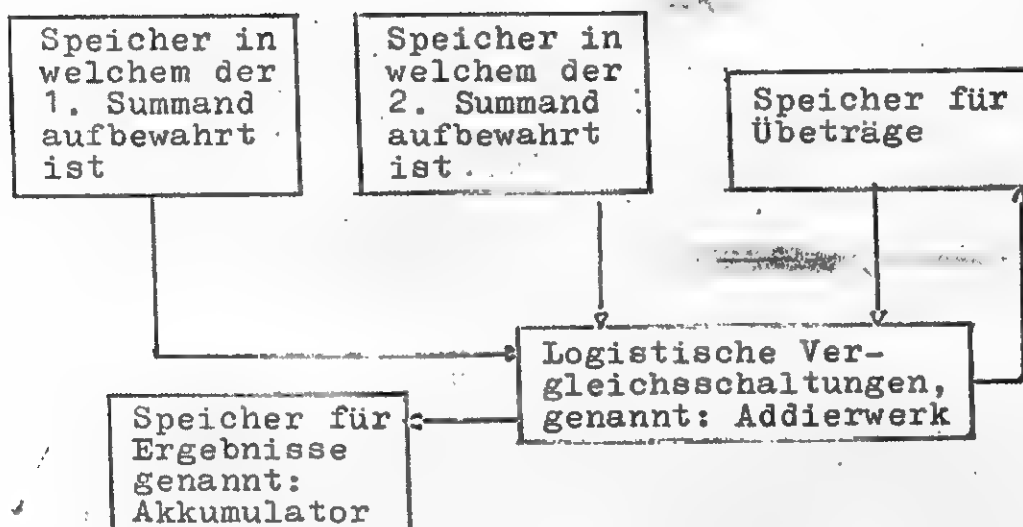
Die Ziffern untereinander gestellt:

$\boxed{L}$	$\vee$	$\boxed{0}$	$\longrightarrow$	$\boxed{L}$
$\boxed{0}$	$\vee$	$\boxed{L}$	$\longrightarrow$	$\boxed{L}$
$\boxed{L}$	$\vee$	$\boxed{0}$	$\longrightarrow$	$\boxed{L}$
5		2		7

Programm-gesteuerte Rechenanlagen enthalten eine Vielzahl von Kombinationen solcher logistischer Elemente, welche in ihrer Gesamtheit die Ausführung der mathematischen Elementaroperationen ermöglichen.

Zur Addition ist nichts besonderes zu bemerken, sie wird im allgemeinen mittels der genannten logistischen Operationen durchgeführt.

Den Vorgang der Addition zweier Zahlen können wir grob schematisch etwa folgendermaßen darstellen:



Der Speicher in welchem die Ergebnisse aufbewahrt (gesammelt) werden, wird oft Akkumulator (kurz: Akku) genannt.

Die Subtraktion kann in prinzipiell ähnlicher Weise wie die Addition in der Art erfolgen, wie wir es aus der Schulmathematik gewöhnt sind, indem Stelle für Stelle subtrahiert wird. Die Anwendung dieser Methode verlangt jedoch das Vorhandensein eines speziellen Subtraktionswerkes. Um diesen zusätzlichen Aufwand zu sparen, wird meistens die Subtraktion unter Zuhilfenahme des Komplementes in eine Addition umgewandelt und mit dem sowieso notwendigen Addierwerk ausgeführt. Unter Zehnerkomplement versteht man die Ergänzung einer Zahl auf  $10^n$  (wobei  $n$  eine ganze Zahl ist). Unter Neunerkomplement versteht man die Ergänzung einer Zahl auf neun.

Beispiel:

Das 10 ner Komplement von 7 ist 3; denn  $7 + 3 = 10$ .

Das 100 ter Komplement von 34 ist 66; denn  $34 + 66 = 100$ .

Das 9 ner Komplement von 4 ist 5; denn  $4 + 5 = 9$ .

Wollen wir beispielsweise folgende Subtraktionsaufgabe rechnen:

$$\begin{array}{r} 736 \\ - 243 \\ \hline 493 \end{array} \quad \text{nach Art der Schulmathematik}$$

oder 736

$$\begin{array}{r} + 757 \\ \hline \textcircled{1} 493 \end{array} \quad \text{wir addieren die Ergänzung auf Tausend von 243.}$$

Diese Ergänzung lautet 757; denn 243 und 757 ist 1000. Die Addition liefert 1493, statt 493. Die vorderste Stelle wird weggelassen, wir erhalten dann das richtige Ergebnis für die Subtraktionsaufgabe  $736 - 243 = 493$ .

Die Durchführung der Subtraktion mittels Komplementbildung ist besonders vorteilhaft bei Verwendung von Dualzahlen. Bei Dualzahlen läßt sich das Komplement zu einer Zahl durch Negation bilden, ein Vorgang, welcher elektronisch sehr einfach zu realisieren ist.

Als Komplement bezeichnet man bei Dualzahlen die Umkehrung (Negation). Dieses Komplement ist vergleichbar dem Neunerkomplement bei Dezimalzahlen. Wird zu der Negation einer Dualzahl eine Eins hinzuaddiert, erhält man die Ergänzung der Dualzahl zur nächst höheren Potenz von 2. Die Ergänzung nennt man Supplement.

Beispiel zur Bildung des Supplements:

$$\begin{array}{llll} \text{Gegeben sei die Dualzahl} & & 1 & 0 & 0 & 1 & = 9 \\ \text{die Negation (das Komplement) lautet} & & 0 & 1 & 1 & 0 & = 6 \\ \text{das Supplement (Komplement +1) lautet} & & 0 & 1 & 1 & 0 & \\ & & + & & & 1 & \\ & & = & 0 & 1 & 1 & 1 & = 7 \end{array}$$



$$(L O O L + O L L L = L O O O O)$$

$$(9 + 7 = 16 \text{ die n\u00e4chst h\u00f6here Potenz von 2})$$

Gegeben sei die Dualzahl  $L O L = 5$

die Negation lautet  $O L O = 2$

das Supplement lautet  $O L L = 3$

Wir betrachten die Aufgabe  $9 - 5 = 4$

und  $L O O L = 9$

erhalten  $- L O L = 5$

$$L O O = 4$$

nach Art der Schulmathematik

+ Supplement  $L O O L = 9$

von 5  $+ L L = 3$  (denn  $5+3=8=2^3$ )

mittels Addition des Supplementes

Lassen wir die vorderste Stelle weg, erhalten wir als richtiges Ergebnis unserer Subtraktionsaufgabe  $L O O = 4$

Auf die Multiplikation und Division wollen wir im Rahmen dieser Einf\u00fchrung nicht n\u00e4her eingehen.

Die Multiplikation l\u00e4\u00dft sich zusammensetzen aus Addition und Stellenversetzungen. Die Division vollzieht sich unter Zuhilfenahme von Subtraktionen.

Zu beachten ist noch die Verarbeitung des Kommas.

Man unterscheidet:

Festes Komma: Die Stellung des Kommas bleibt gleich

z.B.  $7,315$

$$+ 15,234$$

$$22,549$$

Gleitendes Komma: Die Darstellung und Verarbeitung der Zahlen erfolgt in Potenzschreibweise.

z.B. 536,34 kann geschrieben werden in Potenzschreibweise

$$\begin{aligned} 536,34 \cdot 10^0 &= 53,634 \cdot 10^1 \\ &= 5,3634 \cdot 10^2 \\ &= 5363,4 \cdot 10^{-1} \text{ usw.} \end{aligned}$$

Bei der Verarbeitung der Zahlen in Potenzschreibweise ist zu beachten, daß Faktoren und Exponenten, entsprechend den Rechenregeln, extra zu behandeln sind.

#### 1.4. Arbeitsweise eines Rechenautomaten

Zur Ausführung der ihr gestellten Aufgaben besteht eine solche Maschine aus folgenden Hauptteilen:

Ein- und Ausgabewerk

Speicherwerk

Kommandowerk

Rechenwerk

Zeitgeber

Stromversorgungsteil

##### 1.4.1. Erläuterung der Hauptteile

###### Eingabe:

Der Mathematiker schreibt sein Programm (Text, Befehle, Zahlen) auf einer Schreibmaschine (z.B. handelsübliche Fernschreiber) nieder. Eine mit der Schreibmaschine gekoppelte Vorrichtung zum Einstanzen von Löchern in Papier-

bänder (Lochstreifen) oder Karten (Lochkarten) stellt gleichzeitig einen Lochstreifen oder Lochkarten her, welche das Programm dann in Form von Kombinationen "Loch" oder "Nicht Loch" enthalten. Für Lochstreifen z.B. ist üblich die Verwendung des im internationalen Fernschreibverkehr üblichen Fernschreibalphabetes. Verwendung finden auch Magnetbänder, welche ähnlich den allgemein bekannten Tonbändern arbeiten.

#### Ausgabe:

Die errechneten Ergebnisse, Zwischenergebnisse, Texte usw. werden von einer Schreibmaschine aufgeschrieben, oder in Papierbänder oder Karten als Lochkombination eingestanzte, oder auch auf Magnetbändern aufgezeichnet.

Die beschriebenen Ein- bzw. Ausgabemöglichkeiten über Lochstreifen, Lochkarten oder Magnetbänder nennt man indirekte Ein- bzw. Ausgabe.

In Sonderfällen erfolgt die Ein- bzw. Ausgabe von Zeichen direkt.

Dazu gibt es folgende Möglichkeiten:

Es werden die Werte in ähnlicher Weise wie bei Tischrechenmaschinen eingetastet, oder es werden Zeichen in Form von elektrischen oder geometrischen Grössen zugeführt, z.B. in Form von Spannungen, welche die Ergebnisse technischer Messungen darstellen können oder in Form von Abständen, welche sich bei dem Abfühlen einer technischen Zeichnung ergeben.

Anlagen, welche physikalische oder geometrische Grössen entsprechend ihren Zahlenfaktoren in als Zahlen weitere verwendbare mathematische Grössen umwandeln, nennt man Analog-Digitalwandler.

von Zahlen

Auch die Umkehrung, nämlich die Umwandlung in physikalische oder geometrische Grössen, ist möglich. Geräte dieser Art werden Digital-Analogwandler genannt.

Modernste Entwicklungen beschäftigen sich mit Möglichkeiten, auf Papier geschriebene Zahlen und Texte direkt, ohne Umweg über Lochstreifen, Lochkarten usw. von technischen Instrumenten abzufühlen, also zu lesen.

Die Ein- bzw. Ausgabe von Zeichen erfordert im allgemeinen relativ viel Zeit, verglichen mit den Zeiten, welche zur Durchführung der Rechenoperationen benötigt werden. Die folgende Zusammenstellung gibt einen Überblick über die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Ein- und Ausgabegeräte.

	Eingabeleistung bis etwa:	Ausgabeleistung bis etwa:
Elektrische Schreibmaschine	10 Zeichen/sec.	10 Zeichen/sec.
Lochkarten	400 Karten/min. (z.B. 80 Zeichen/Karte)	250 Karten/min.
Lochstreifen	1000 Zeichen/sec. (Zeichendichte 0,4 mm)	150 Zeichen/sec.
Magnetband	$6 \cdot 10^4$ Zeichen/sec. (Zeichendichte bis 10 Bit/mm)	$6 \cdot 10^4$ Zeichen/sec.
Schnelldrucker		2000 Zeichen/sec.
Analog-Digital	1000 Werte/sec.	

Die Arbeitsgeschwindigkeiten von Schreibmaschinen und Lochkartengeräten werden im allgemeinen durch die Mechanik begrenzt. Lochstreifen lassen sich wegen der Zerreißfestigkeit des Materials, z.B. Papier, kaum grössere Geschwindigkeiten als 1000 Zeichen/sec. zu. Magnetbänder und Analog-Digitalwandler sind in ihrem Auflösungsvermögen begrenzt.

Um die große Rechengeschwindigkeit von programm-gesteuerten Anlagen voll auszunützen, muß es das Bestreben des Bedienungs-personals sein, bereits bei der Vorbereitung von Aufgaben für die Rechnung darauf zu achten, daß ein wohlausgewogenes Verhältnis zwischen Ein- und Ausgabe und Rechenzeiten besteht.

#### 1.4.2 Speicherwerk

Die eingegebenen Zahlen, Befehle, Texte werden im allgemeinen zunächst einem Speicherwerk zugeführt.

Im Speicherwerk wird das Programm notiert, also aufbewahrt, werden Zwischenergebnisse und Endergebnisse niedergeschrieben und eventuell erforderliche Hilfsprogramme gespeichert.

Die gespeicherten Zahlen, Befehle, Texte müssen zu weiterer Verwendung auffindbar sein und abgelesen werden können. Zu diesem Zweck ist das Speicherwerk in einzelne Speicherplätze eingeteilt, welche nummeriert sind. Diese Speicherplatznummern nennt man Adressen. Zum Auffinden einer Adresse ist eine gewisse Zeit erforderlich. Diese Zeit wird Zugriffszeit genannt.

Die bekanntesten Speichertypen sind die Trommelspeicher, die Ferritkernspeicher und die Magnetbandspeicher. Trommelspeicher bestehen aus rotierenden Aluminiumzylindern, welche mit einer magnetischen Schicht belegt sind, welche nach Art der aus dem täglichen Leben bekannten Tonbändern die Zahlen, Befehle, Texte aufnimmt. Diese Vorgänge werden später noch näher erläutert. In entsprechender Weise arbeiten Magnetbandspeicher. Ferritkernspeicher bestehen aus Ringen aus Eisenoxydverbindungen, welche ebenfalls permanent-magnetische Eigenschaften haben.

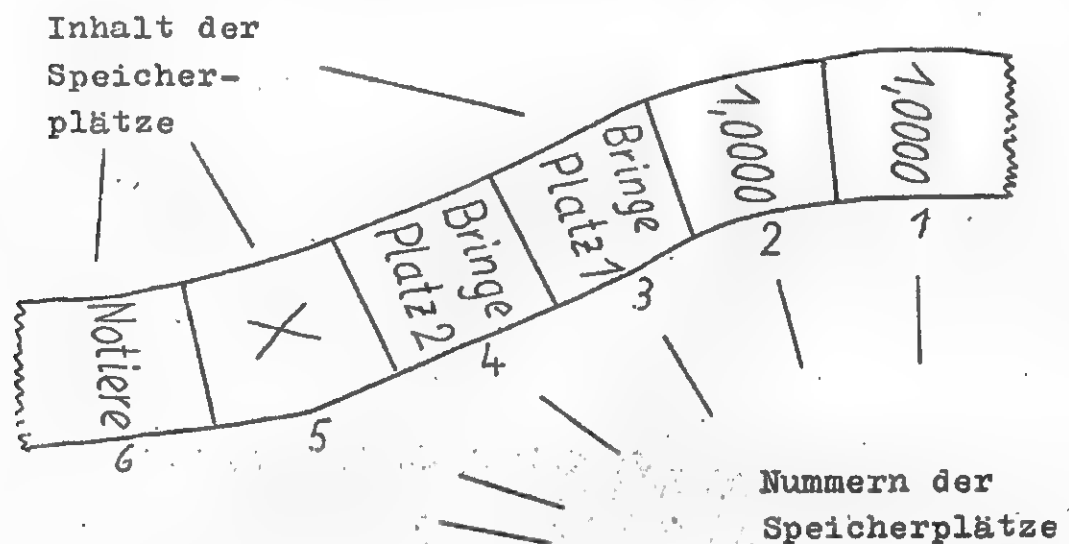


### Erläuterungen des Begriffes "Adresse":

Wir betrachten ein Stück Magnetband, welches die Anweisung

1.0000/1.0000/ Bringe Platz 1 / Bringe Platz 2 / x / notieren /

enthält.

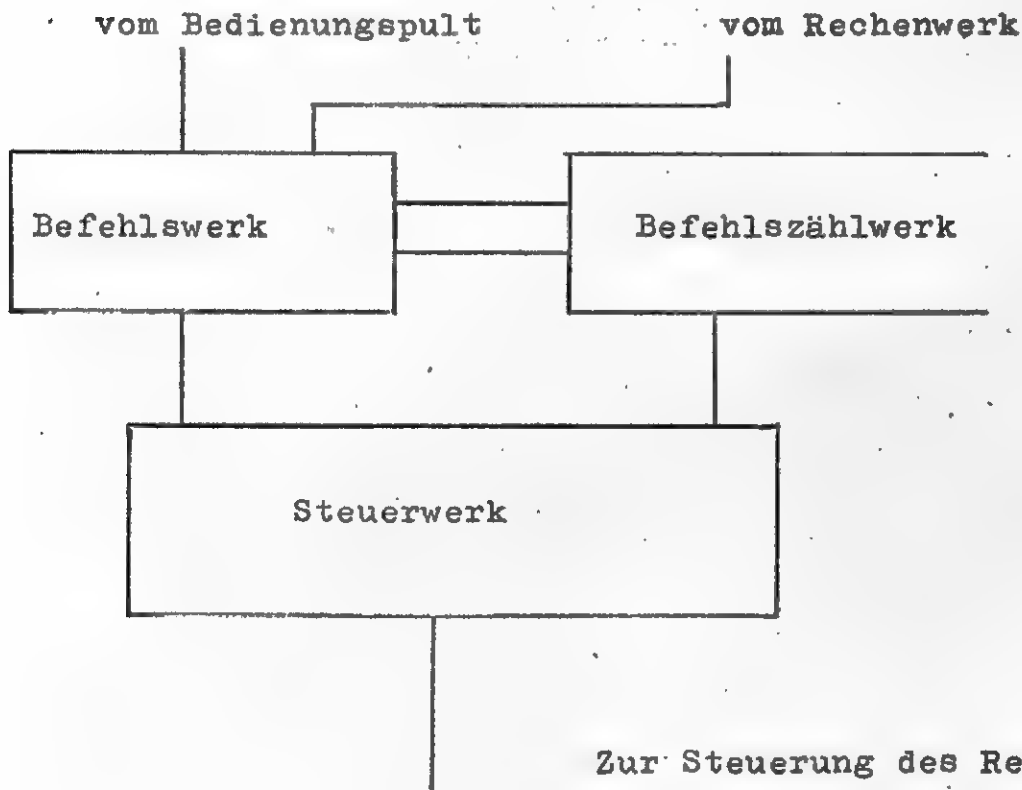


Trommelspeicher haben eine relativ große Zugriffszeit (z.B. 10 msec.) bei relativ großer Speicherkapazität (z.B. 10 000 Speicherplätze). Ferritkernspeicher haben eine sehr kleine Zugriffszeit (z.B. 0,1 msec.) bezogen auf die Herstellerekosten des Trommelspeichers jedoch eine wesentlich kleinere Speicherkapazität (etwa 100 Speicherplätze). Magnetbandspeicher besitzen sehr viele Speicherplätze (z.B. einige Millionen) aber auch eine große Zugriffszeit (z.B. einige Sekunden).

#### 4.3 Kommandowerk (Leitwerk)

Das Kommandowerk erhält vom Speicherwerk die Befehle und steuert mittels dieser Befehle die gesamte Funktion der Maschine. Es gibt z.B. durch die Befehlsfolge B1, X, U30 dem Rechenwerk die Anweisung: Die im Speicherplatz 1 stehende Zahl mit der im Rechenwerk befindlichen Zahl zu multiplizieren und das Ergebnis im Speicherplatz 30 zu notieren.

Schematisch dargestellt erhalten wir für ein Kommandowerk folgendes Übersichtsbild:

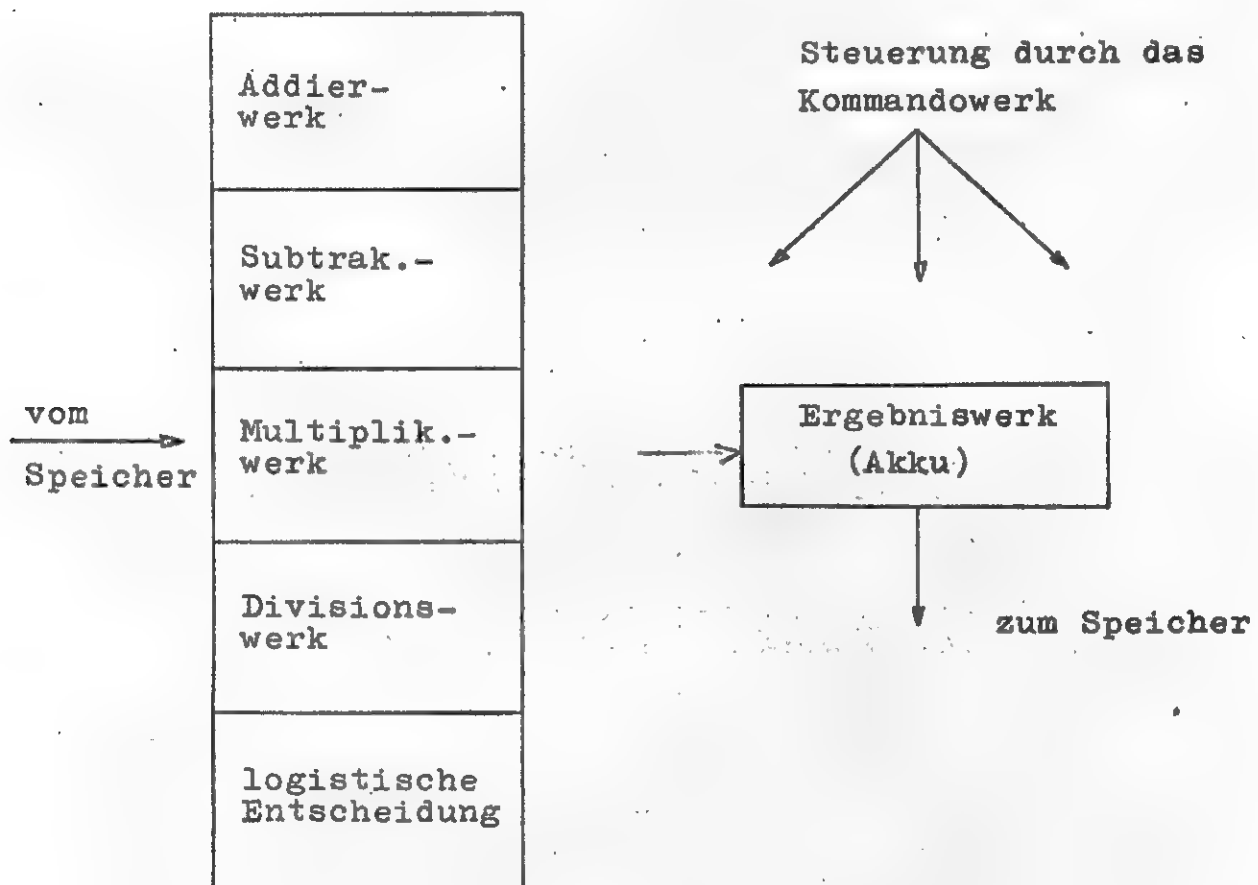


Zur Steuerung des Rechenwerkes, der Speicherwerke und der Ein- und Ausgabewerke.

#### 1.4.4 Rechenwerk

Im Rechenwerk werden die arithmetischen Operationen, z.B. Additionen, Subtraktionen, Multiplikationen und Divisionen ausgeführt. Im allgemeinen können ferner Zahlen, Befehle und Texte Vergleichsoperationen und logischen Entscheidungen unterworfen werden.

Schematisch dargestellt ergibt sich für ein Rechenwerk folgendes Bild:



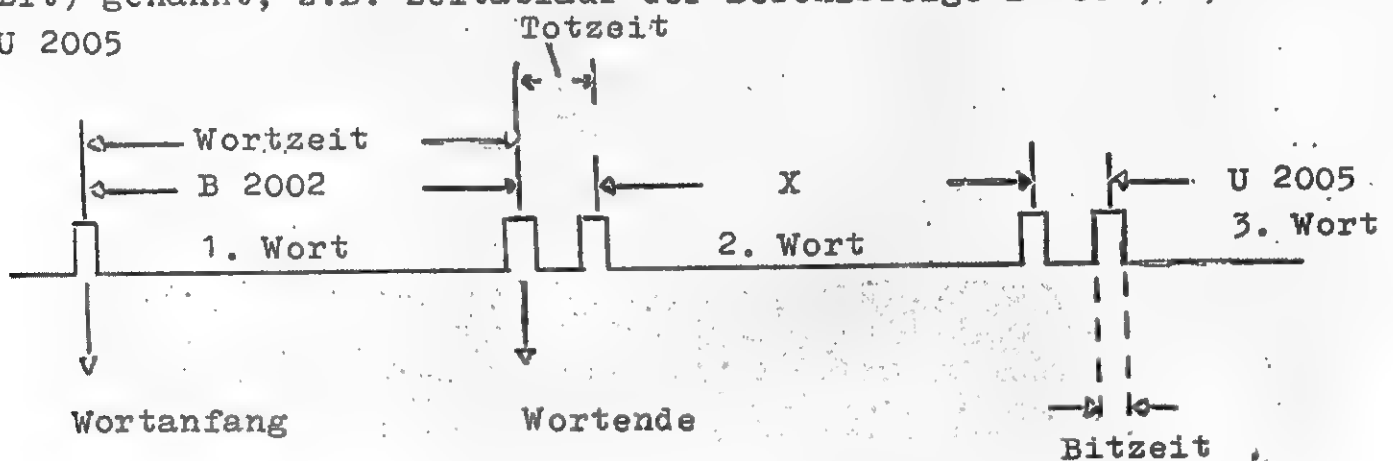
#### 1.4.5 Zeitgeber (Uhr)

Der Zeitgeber ist ein Impulserzeuger grösseren Umfanges, welcher dem Kommandowerk mittels periodischer Impulsfolgen ermöglicht, den Beginn, das Ende und den Einzelablauf von Operationen zu bestimmen. Man unterscheidet im allgemeinen folgende Zeiten:

Wortzeit = Zeit zwischen Beginn und Ende einer Befehlsdurchführung oder einem Zahlentransport (z.B. von Speicher ins Rechenwerk).

Allgemein: Die zur Durchführung eines einzigen Programmschrittes erforderliche Zeit (ohne Zugriffszeit).

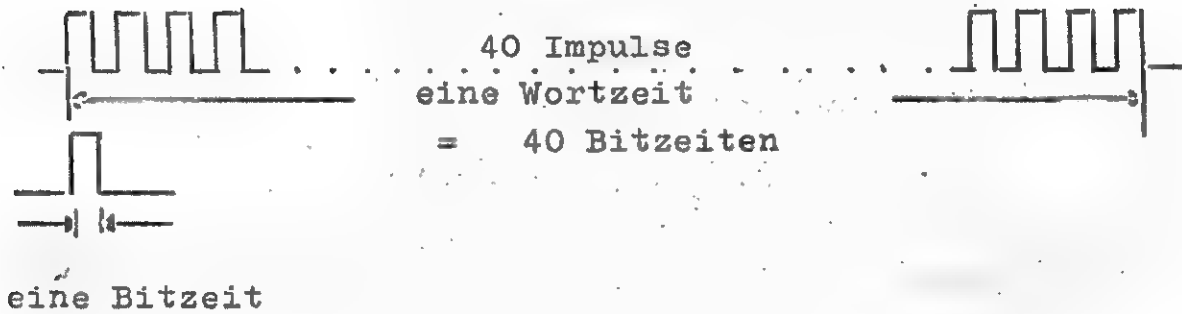
Bitzeit = Die Wortzeit gliedert sich in die für die einzelnen Stellen eines Befehls, einer Zahl usw. erforderlichen Ausführungszeiten. Diese Elementarzeiten werden Bitzeiten (kurz Bit) genannt, z.B. Zeitablauf der Befehlsfolge B 2002, X, U 2005



Diese Impulsfolge liefert Impulse wenn ein Wort beginnen und enden soll. Impulse dieser Art werden oft P oder  $\tilde{\tau}$ -Impulse genannt. Die Zeiten zwischen zwei Worten dienen Umschaltvorgängen und werden Totzeiten genannt. Impulse, welche während der Wortzeit periodisch wiederkehren, werden meist durch den Buchstaben S gekennzeichnet. Ihre Periodendauer stellt die Zeit für die Ausführung einer Elementaroperation (eine Stelle) er-

forderliche Zeit, genannt Bitzeit dar.

z.B.

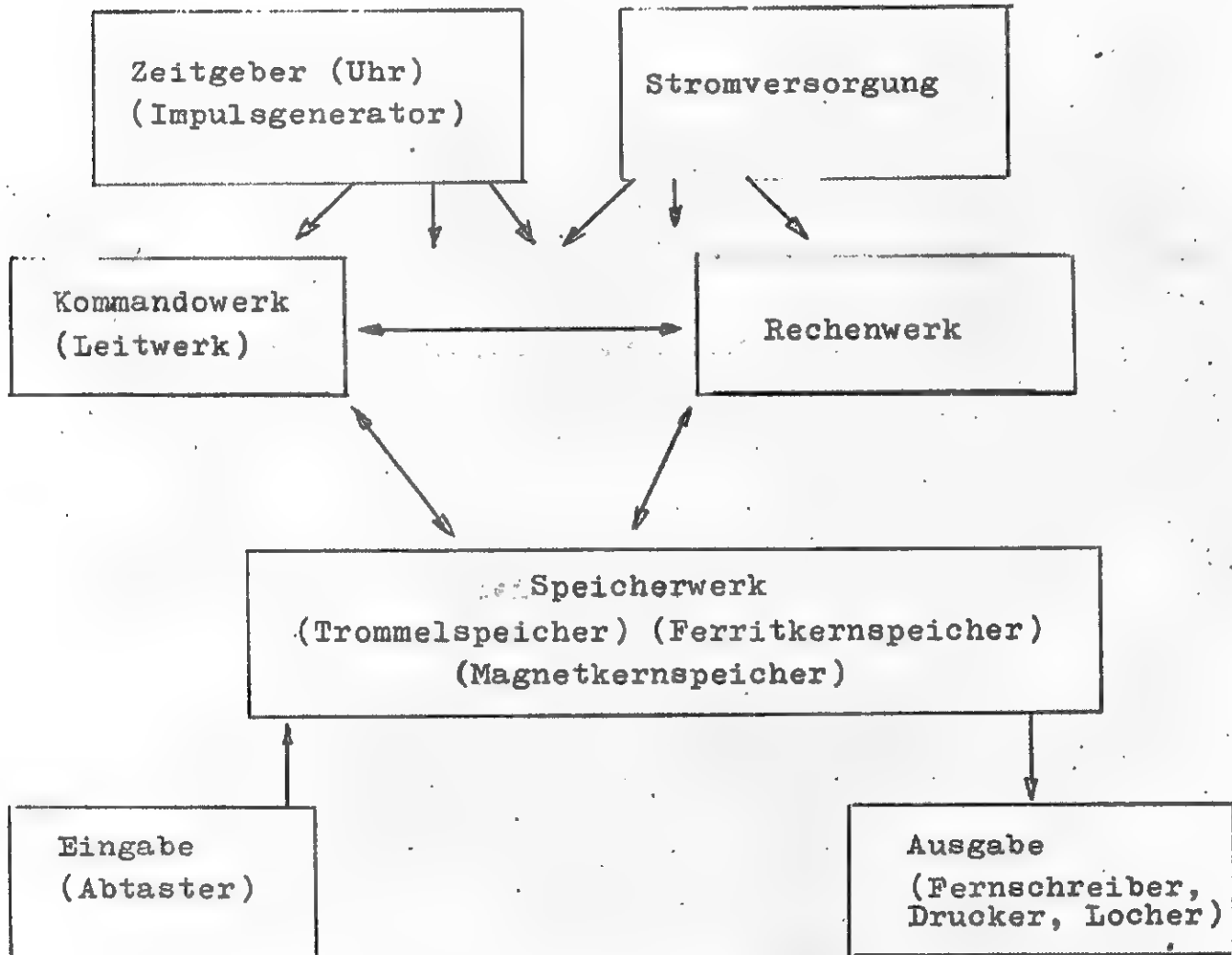


#### 1.4.6 Stromversorgungsteil

Im Stromversorgungsteil werden die für den Betrieb der Anlage erforderlichen Gleich- und Wechselspannungen erzeugt.



1.5 Übersicht über die Organisation der programmgesteuerten elektronischen Rechenanlage ZUSE Z 23



## 1.6 Röhren-Grundsaltung

Bei Elektronenröhren, speziell Trioden, unterscheidet man bezüglich des Zusammenwirkens von Ein- und Ausgang drei Signalgrundsaltungen: Katodenbasisschaltung, Anodenbasisschaltung, Gitterbasisschaltung.

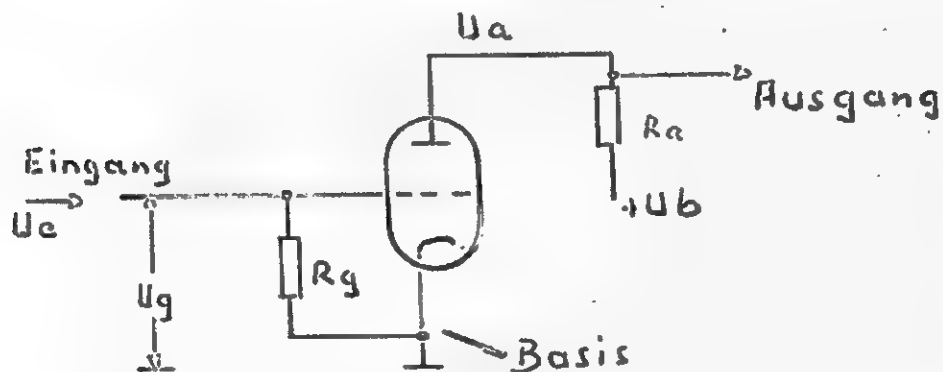
### 1.6.1 Triode in Katodenbasisschaltung

Bei dieser Schaltung wird die Katode an die Basis (Bezugspunkt), oft Masse oder kleine positive Spannung angeschlossen. Die Eingangsspannung wird zugeführt am Gitter, die Ausgangsspannung entnommen an der Anode:

Wirkung: Verstärkung und Umkehrung.

Die am Gitter liegende Eingangsspannung  $U_e$  überlagert sich der Gittervorspannung  $U_g$ .  $U_e$  wird durch die Röhre verstärkt und umgekehrt. Das Ausgangssignal steht am Widerstand  $R_a$  zur Verfügung.

Anwendung: z.B. Verstärkung, Umkehrung (Negation)



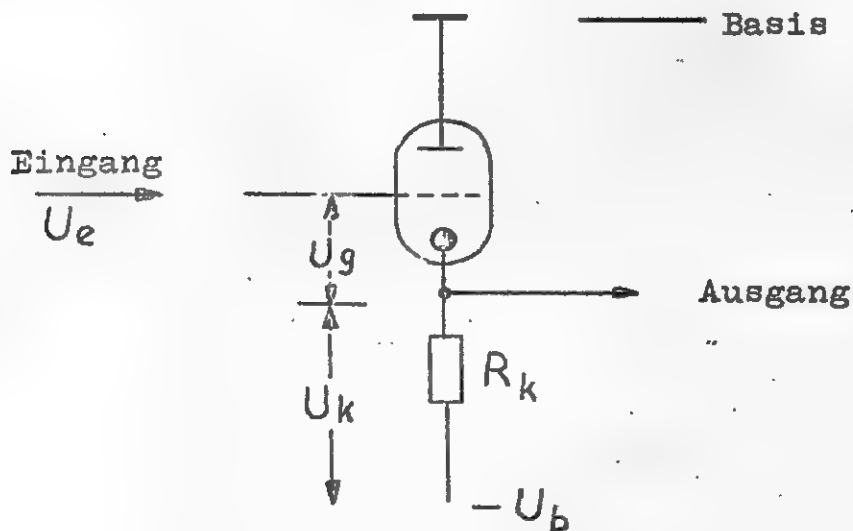
### 1.6.2 Triode in Anodenbasisschaltung

Hier wird die Anode an die Basis, oft stark positive Spannung z.B. +200 Volt, gelegt. Die Eingangsspannung wird zugeführt am Gitter, die Ausgangsspannung entnommen an der Katode.

Wirkung: Impedanzwandler, leichte Abschwächung, keine Umkehrung, Ausgangspotential etwas angehoben.

Die am Gitter liegende Eingangsspannung  $U_e$  überlagert sich der Gittervorspannung  $U_g$ . Anodenstromänderungen, bewirkt durch Änderungen von  $U_e$ , rufen Spannungsänderungen an der Katode hervor, welche stets in derselben Richtung verlaufen wie die Änderungen von  $U_e$ . Infolgedessen findet keine Umkehr der Signale von Ein- und Ausgang statt. Die Katode kann nicht positiver werden als das Gitter, da bei negativem Gitter die Röhre in zunehmendem Maße sperrt. Eine Verstärkung findet nicht statt, es werden die Signale etwas geschwächt, jedoch mit ihrem Mittelwert einige Volt in positiver Richtung angehoben.

Anwendung: z.B. Trennstufe



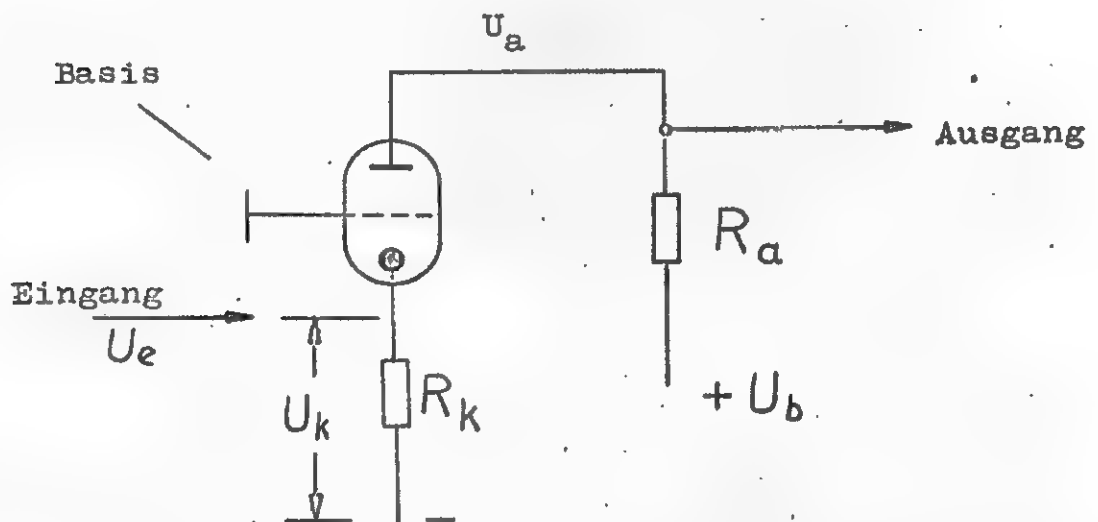
### 1.6.3 Triode in Gitterbasisschaltung

In dieser Schaltung wird das Gitter an die Basis, oft Masse oder kleine negative Spannung, angeschlossen. Die Eingangsspannung wird zugeführt an der Katode, die Ausgangsspannung wird entnommen an der Anode.

Wirkung: Verstärkung, keine Umkehrung, Ein- und Ausgang sind gut entkoppelt. Die Eingangsspannung ist stärker belastet als bei der Katodenbasisschaltung.

Die an der Katode liegende Eingangsspannung  $U_e$  überlagert sich der Katodenvorspannung  $U_k$ . Wird  $U_e$  an der Katode z.B. positiv, so entspricht dieses einem Negativwerden des Gitters, damit jedoch sinkt der Anodenstrom und die Anode wird ebenfalls positiv, es findet also keine Umkehrung zwischen Eingangs- und Ausgangssignal statt. Die Verstärkung ist etwa gleich der Katodenbasisschaltung; wegen des relativ klein zu bemessenden Katodenwiderstandes wird das Eingangssignal jedoch stark belastet.

Anwendung: z.B. Verstärkung



Die in diesem Abschnitt dargestellten drei Grundschaltungen sind nicht nur für Trioden, wie hier beschrieben, sondern, fast für alle anderen Röhrentypen in gleicher Weise aufgebaut. Fast alle Schaltungen, welche Elektronenröhren enthalten, sind aus diesen drei Grundschaltungen zusammengesetzt. Die hier eingezeichneten Ohmschen Widerstände sind, ohne daß am Funktionsprinzip etwas geändert wird, ersetzbar durch induktive bzw. kapazitive Widerstände, Schwingungskreise usw. Es gibt in der Technik der Elektronenröhren, von wenigen Ausnahmen abgesehen, nur diese drei Grundschaltungen, ihre genaue Kenntnis ist daher unbedingt erforderlich.

## 1.7. Transistor-Grundschaltungen

Es gibt bei den Transistoren bezüglich des Zusammenwirkens zwischen Eingang und Ausgang, der Elektronenröhre entsprechende Grundschaltungen:

Emitter-, Basis- und die Collectorschaltung.

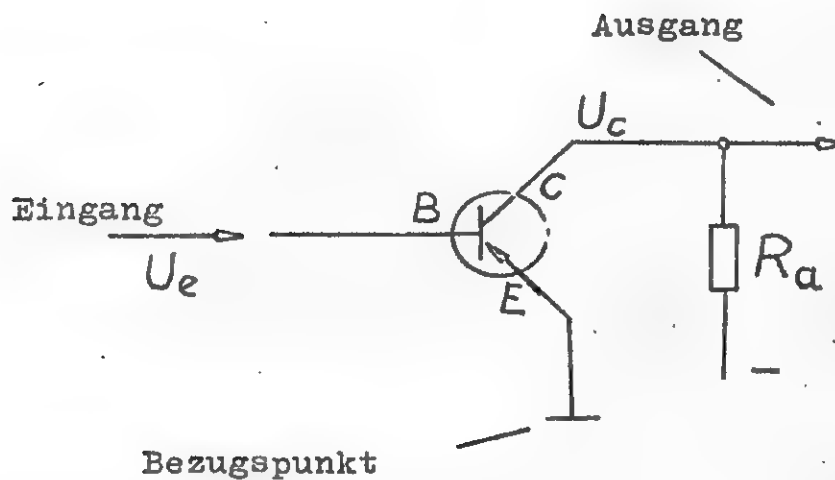
### 1.7.1. Emitterschaltung

Der Emitter ist an den Bezugspunkt (z.B. Masse) angeschlossen. Das Eingangssignal wird zugeführt an der Basis, das Ausgangssignal entnommen am Collector.

Die Emitterschaltung ist die am meisten angewandte Transistor-Signalschaltung. Sie entspricht der Katodenbasisschaltung bei Röhren. Es wird hier die Spannung des Eingangssignales zwischen Basis und Emitter wirksam. Für nicht zu hohe Frequenzen ist die Leistungsverstärkung größer als bei den beiden anderen Grundschaltungen.



### Emitter-Schaltung



Eingangswiderstand:  $10\ \Omega$  bis  $10\text{k}\Omega$

Ausgangswiderstand: einige  $10\ \Omega$

Stromverstärkung: 10 bis 200

Spannungsverstärkung: einige 100 bis 10000

Leistungsverstärkung: ungefähr  $10^3$  bis  $10^4$

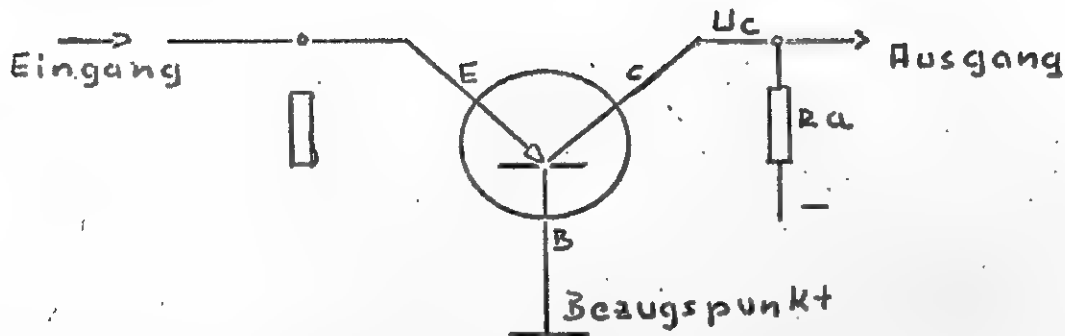
### 1.7.2 Basisschaltung

Diese Schaltung wird verwendet, wenn die eingehende Signalfrequenz sehr hoch ist. (Frequenzgrenze nach oben liegt höher als bei der Emitterschaltung). Über die Signalquelle fließt der gesteuerte Strom und belastet diese zusätzlich.

Die Basis ist in dieser Schaltung an den Bezugspunkt angeschlossen. Das Eingangssignal wird am Emitter zugeführt.

Das Ausgangssignal erhält man am Collector.

Basisschaltung:

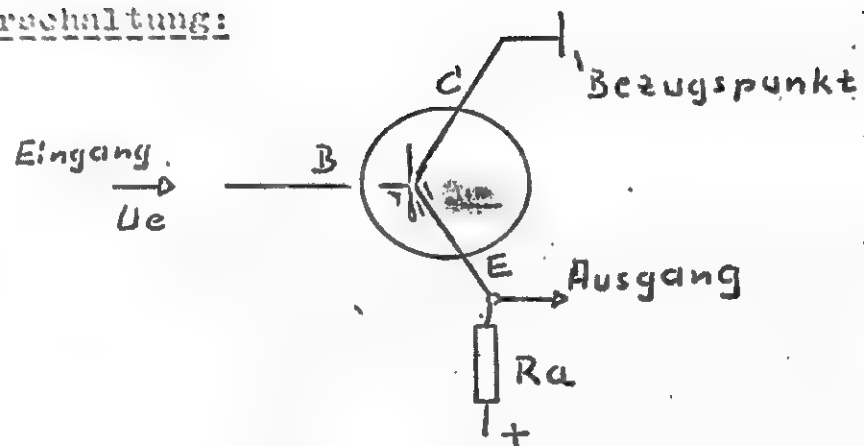


Eingangswiderstand:	einige $10\ \Omega$
Ausgangswiderstand:	einige $100\ \text{k}\Omega$
Stromverstärkung:	etwas kleiner als 1
Spannungsverstärkung:	einige 100 bis 1000
Leistungsverstärkung:	etwa $10^2$ bis $10^3$

1.7.3 Kollektorschaltung

Der Collector ist an den Bezugspunkt angeschlossen. Das Eingangssignal wird an der Basis zugeführt, das Ausgangssignal am Emitter entnommen. Diese Schaltung wird verwendet als Impedanzwandler. Sie entspricht verglichen mit den Elektronenröhrenschaltungen der Anodenbasisschaltung.

Collectorschaltung:



- Eingangswiderstand: einige  $100\text{ k}\Omega$
- Ausgangswiderstand: einige  $10$  bis  $100\ \Omega$
- Stromverstärkung: um das  $10$  bis  $200$ -fache
- Spannungsverstärkung: etwas kleiner als  $1$
- Leistungsverstärkung: etwa  $10$  bis  $200$

## 1.8 Bauelemente programm-gesteuerter Rechenmaschinen

In den folgenden Abschnitten wollen wir die wichtigsten Bauelemente elektronischer Rechenanlagen betrachten.

Dies sind:

Das Flip-Flop (bistabiler Multivibrator)

Die Negation (Umkehrstufe)

Torschaltungen (Disjunktion, Konjunktion)

Ferrite (magnetische Stoffe)

Elektronische Rechenanlagen sind zum weitaus größten Teil eine Kombination von Schaltungen der oben genannten Bauelemente.

### 1.8.1

Das Flip-Flop stellt einen Schalter dar, welcher zwei stabile elektrische Schaltzustände verwirklicht. Durch den einen der Schaltzustände wird die duale 1, durch den anderen Zustand die duale 0 in elektrischen Werten dargestellt. Diese Werte z.B. sind:

1	+50 Volt	beim Röhren Flip-Flop
0	-50 Volt	" " " " " "
1	0 Volt	bei einem Transistor Flip-Flop.
0	- 6 Volt	" " " " " "

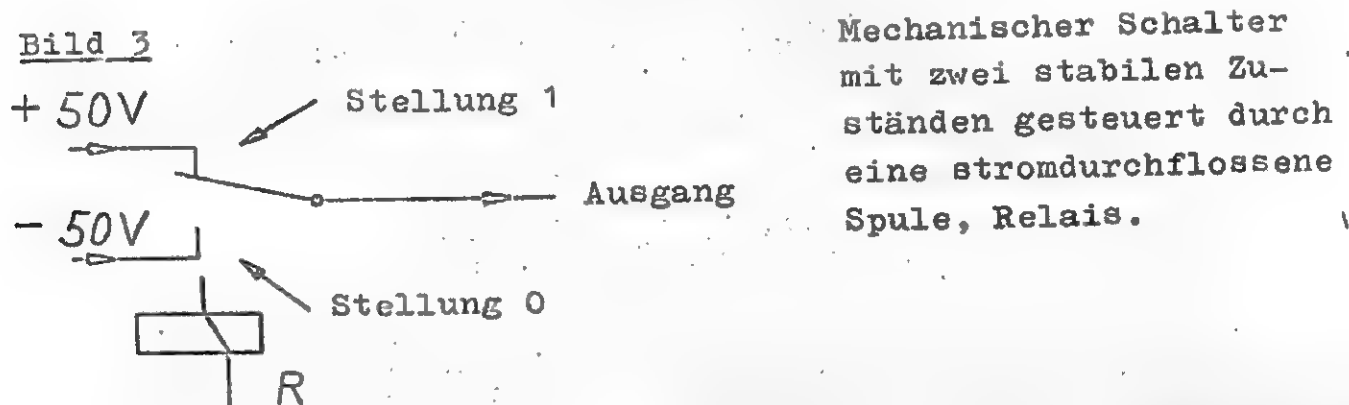
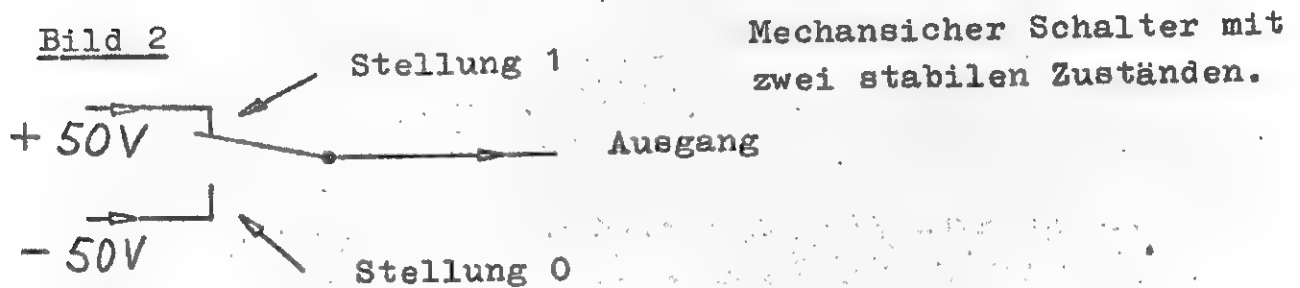
Die einfachste Form eines solchen Schalters ist der durch Abb.2 dargestellte einfache mechanische Schalter, welcher in Stellung Eins +50 Volt, in Stellung Null -50 Volt auf den Ausgang legt. Die Steuerung dieses Schalters erfolgt durch die Hand. In Bild 3 ist derselbe Schalter, gesteuert durch eine Magnetspule, also als Relais dargestellt.

Bild 4 stellt einen solchen Schalter mit elektronischen Bauelementen dar. Wird auf das Gitter der Röhre 0 negative Spannung gegeben, fließt kein Strom durch die Röhre, an der Anode liegen +50 Volt. (+75 Volt Anodenspannung, über Spannungsteiler entsprechend niedriger).

Diese +75 Volt machen bei entsprechender Dimensionierung der Widerstände das Gitter der Röhre 1 so positiv, daß durch Röhre 1 Strom fließt, die -75 Volt, abgeschwächt wegen des inneren Widerstandes der Röhre, als -50 Volt (Zustand 0) am Ausgang erscheinen.

Wird auf das Gitter der Röhre 1 negative Spannung gelegt, sperrt Röhre 1, positive Spannung (+50 Volt) liegen an der Anode, also am Ausgang.

Die Dioden an den Gittereingängen verhindern, daß positive Spannung auf die Gitter gelangt. Die Glühlampe zeigt an, ob Zustand 0 oder Zustand 1 herrscht.



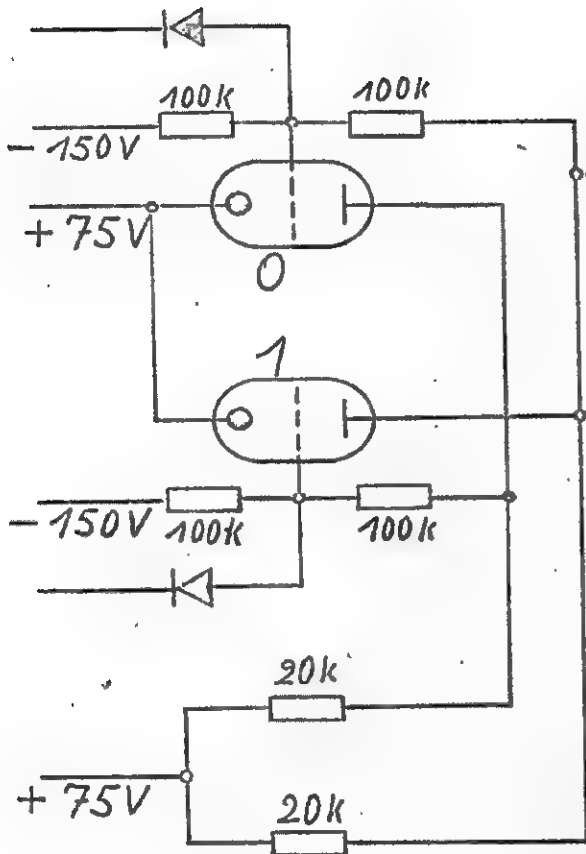


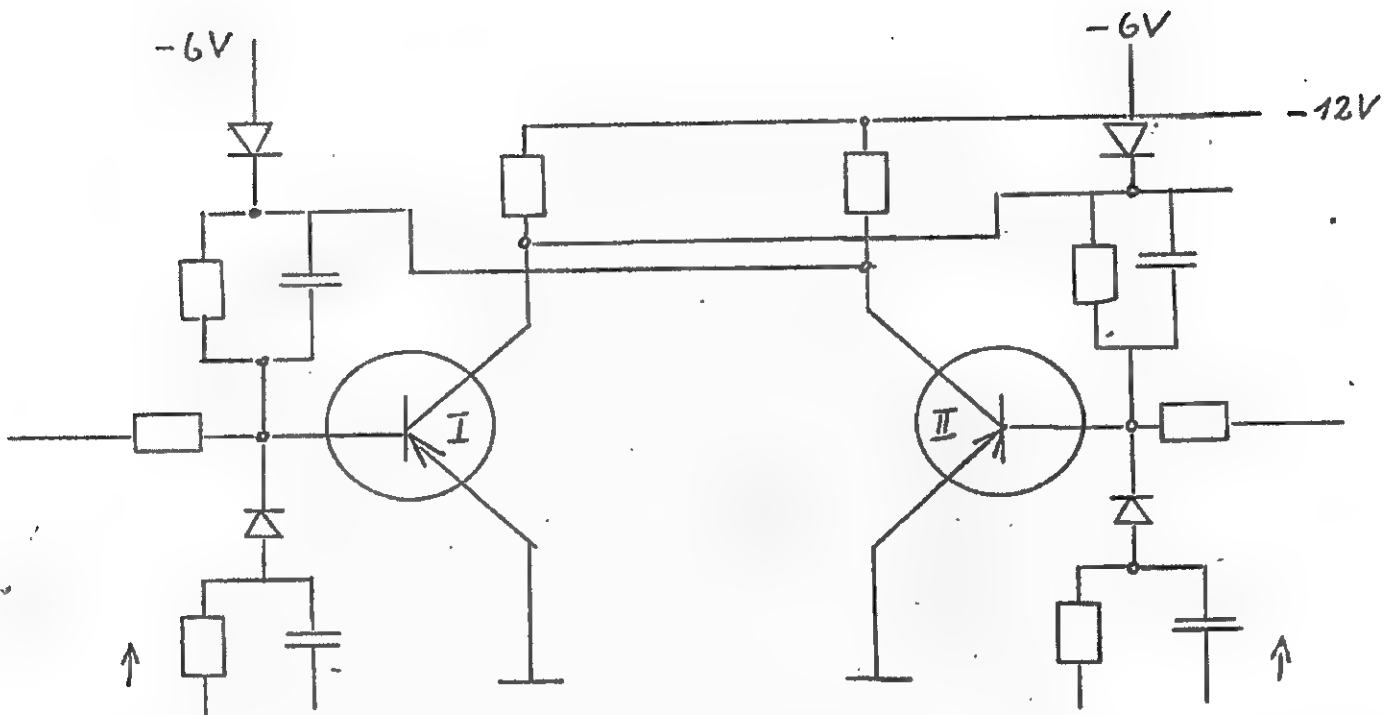
Bild 4

Ausgang +50 oder -50 Volt. Elektronischer Schalter mit zwei stabilen Zuständen (bistabiler Multivibrator, Flip-Flop), statt der zwei getrennten Röhren, in der Praxis meist eine Doppeltriode verwendet. Steuerung durch negative Spannungen an den Gittern. (Um die Übersicht nicht zu stören, wurden einige Hilfsbauelemente in diesem und den folgenden Schaltbildern weggelassen).

Bild 5 stellt einen solchen Schalter mit Transistoren dar.

Wird z.B. auf die Basis des Transistors I hinreichend negative Spannung gegeben, fließt ein Strom durch den Collector des Transistors. Am Collectorausgang liegen dann 0 Volt, der Collector von Transistor I ist geöffnet. Wird der Basis des Transistors I ein positives Signal zugeführt, schließt Transistor I, jetzt ist der Collector von Transistor I negativ (-6 Volt). Dadurch wird die Basis von Transistor II über die Rückkopplung negativ, der Transistor II wird geöffnet, am Collectorausgang liegen 0 Volt. Wird die Basis von II jetzt mit einem positiven Signal angesteuert, wird II wieder gesperrt, der Collectorausgang wieder negativ (-6 Volt) usw.

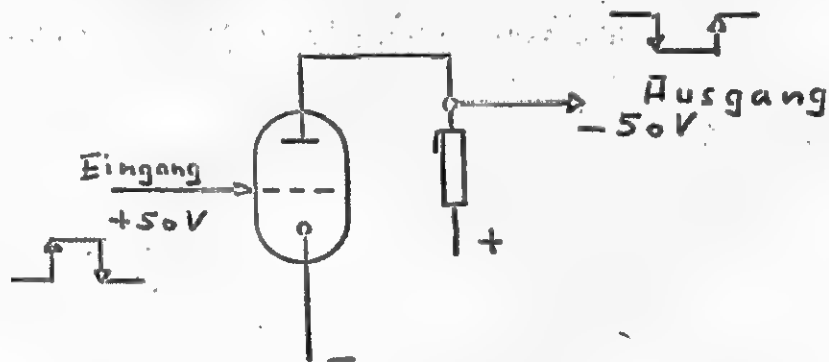
Die Collectorausgänge von Transistor I, bzw. II können die beiden Schaltstellungen 0 Volt und - 6 Volt einnehmen.



### 1.8.2

Die Negation hat die Aufgabe Größen umzukehren. Mathematisch betrachtet verwandelt sie eine L in eine 0 bzw. eine 0 in eine L.

Elektronisch werden z.B. +50 Volt in -50 Volt verwandelt oder auch z.B. -50 Volt wieder in +50 Volt. Geeignet für die Durchführung solcher Umkehrungen sind z.B. die üblichen Verstärkerstufen.

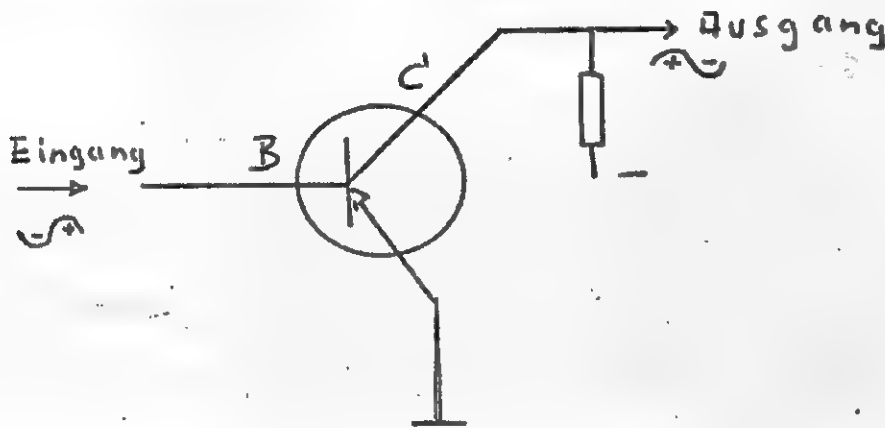


Wir negative Spannung auf den Eingang gelegt, schließt die Röhre, es fließt kein Strom, der Ausgang ist positiv.



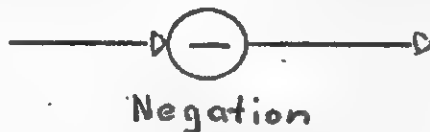
Wird jedoch positive Spannung auf den Eingang gelegt, öffnet (es fließt Strom) die Röhre; die Röhre ist dann vergleichbar mit einem geschlossenen Schalter, der Ausgang ist negativ.

#### Umkehrschaltung mit Transistoren (Negation)



Wird positive Spannung an den Eingang gelegt, sperrt der Transistor, es fließt kein Strom, der Ausgang ist negativ. Wird jedoch negative Spannung an den Eingang gelegt, öffnet der Transistor, es fließt Strom, der Ausgang ist positiv (0 Volt).

Die Grösse der Spannungen hängt von der Dimensionierung ab. Zur Darstellung der Negation in Schaltungen wird oft folgendes logistisches Symbol verwendet.



### 1.8.3 Torschaltungen

Die Disjunktion und Konjunktion:

Wir wollen nochmals das kleine Beispiel einer Addition von zwei Zahlen im Dualsystem betrachten:

z.B.	<u>Dezimal</u>	<u>Dual</u>
1. Summand	5	L O L
2. Summand	+ 6	+ L L O
Übertrag:	1	L
Ergebnis:	11	L O L L

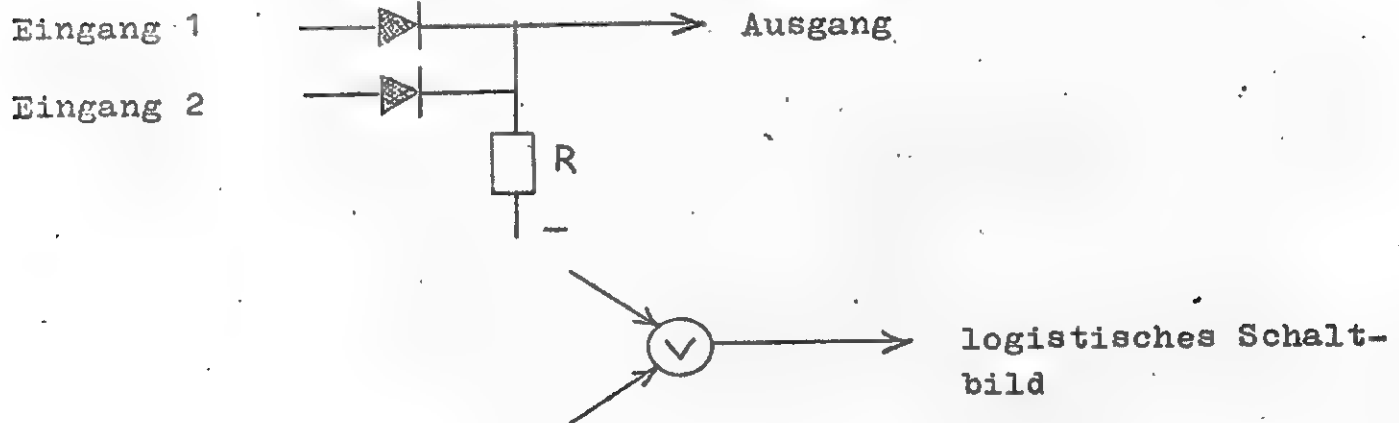
Elektronisch wird diese kleine Aufgabe folgendermaßen gelöst:

1. Summand letzte Stelle ist L, vorletzte Stelle ist O,
  2. Summand letzte Stelle ist O, vorletzte Stelle ist L,
- Ergebnis letzte Stelle ist L, vorletzte Stelle ist L

Das Ergebnis lautet also L, wenn der erste Summand oder der zweite Summand L ist.

Eine Schaltung, welche immer dann einen positiven Ausgang besitzt, wenn mindestens einer der Eingänge positiv ist, wird "oder" Schaltung bzw. "Disjunktion" genannt. Disjunktionen sind oft aus Halbleiterdioden aufgebaut, die einfachste Form ist die Zweifachdisjunktion.

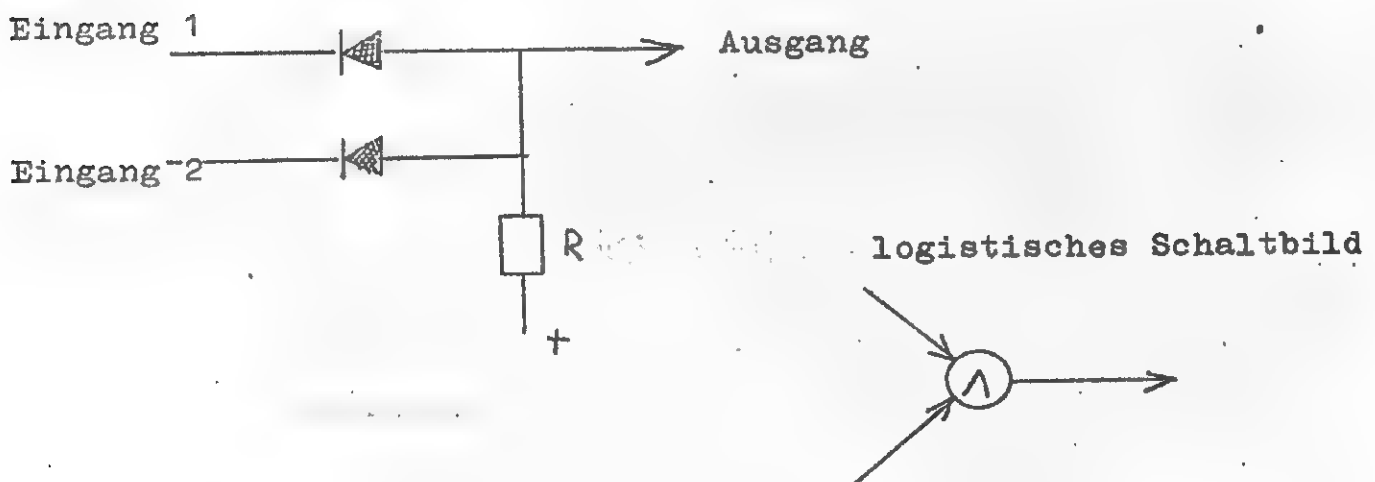
### Zweifach-Disjunktion



Liegt an einem der Eingänge positive Spannung, so ist die betreffende Diode geöffnet, ihr Widerstand in Durchlaßrichtung kann vernachlässigt werden, die positive Eingangsspannung überträgt sich auf den Ausgang. Der Ausgang ist positiv, wenn einer der Eingänge oder auch alle Eingänge positiv sind. Der Ausgang ist negativ, nur wenn alle Eingänge negativ sind.

Eine Schaltung, deren Ausgang dann positiv ist, wenn alle Eingänge gleichzeitig positiv sind, wird "und" Schaltung bzw. "Konjunktion" genannt. Eine Zwei-fach-Konjunktion ist im folgenden Schaltbild dargestellt.

### Zwei-fach-Konjunktion



Liegt an allen Eingängen positive Spannung, ist der Ausgang positiv. Liegt an einem oder mehreren Eingängen negative Spannung, wird die zugehörige Diode geöffnet, die negative Spannung überträgt sich auf den Ausgang.

In logistischen Formel ist folgende Schreibweise üblich:

Zeichen  $\vee$  heißt "oder"

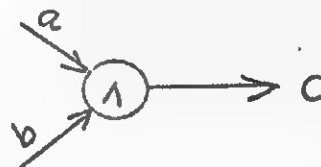
Zeichen  $\wedge$  heißt "und"       $\sim$  heißt äquivalent

#### Disjunktion



Bedeutung: Das Ergebnis von a oder ( $\vee$ ) b ist die äquivalente Grösse c.

#### Konjunktion



Bedeutung: Das Ergebnis von a und ( $\wedge$ ) b ist die äquivalente Grösse c.

#### 1.8.4. Impulserzeugung

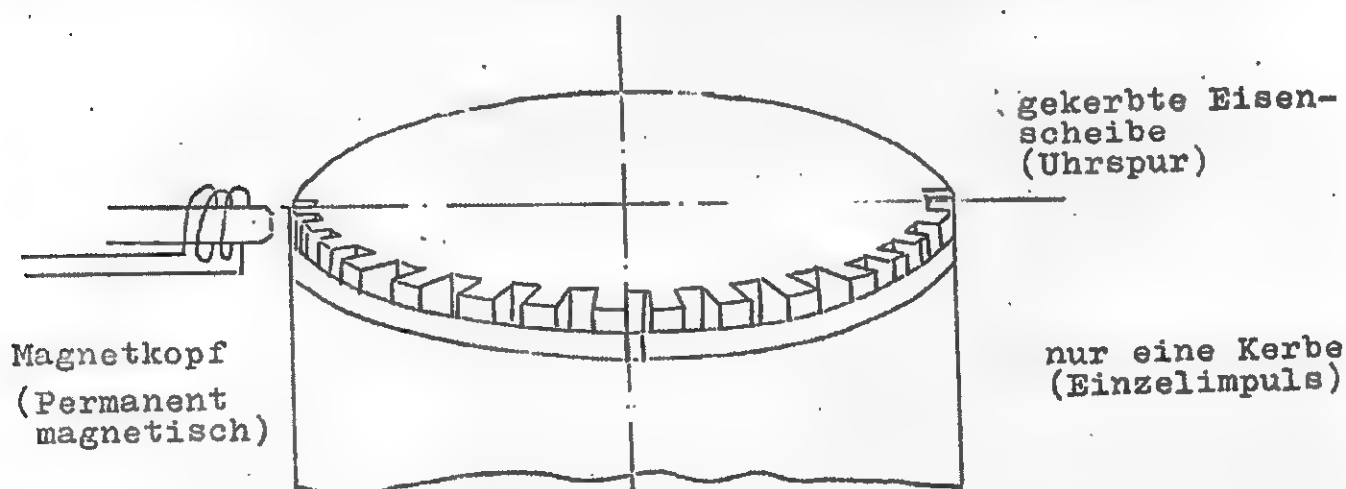
Zur Bestimmung von Beginn und Ende und des Ablaufes einzelner Schritte einer Operation, sind zeitlich voneinander getrennte Markierungen erforderlich. Diese Markierungen werden durch impulsförmige Wechselspannungen geliefert. Wir wollen es

kurz an einem Beispiel erläutern; zu addieren sei  $5 + 6$ , also L O L und L L O. Beide Zahlen werden in der Maschine durch Impulsfolgen folgenden Aussehens elektronisch dargestellt:



Für den richtigen Transport und die Verarbeitung dieser Impulsfolgen ist es wichtig, daß sie z.B. immer gleichzeitig an den gewünschten Orten auftreten, daß sie in einem Speicher immer an dieselbe Stelle eingeschrieben werden und stets demselben zeitlichen Programm unterliegen.

Dieses zeitliche Programm, d.h. die Zeitmarkierungen bzw. Impulsfolgen liefert die Uhr. Die erzeugten Impulsfolgen müssen außerordentlich konstant in Form und Frequenz sein. Ihre primäre Erzeugung erfolgt daher oft nicht durch elektronische Impulsgeneratoren, sondern durch mechanisch-elektronische Erzeuger, z.B. auf der Trommel sitzt eine Scheibe, welche längs ihres Umfanges mit Kerben versehen ist.



Die Kerben laufen an einem mit einer Spule bewickelten Permanentmagneten (Magnetkopf) vorbei und erzeugen Änderungen des Magnetflusses, welche wiederum in der Spule eine Spannung induzieren. Die Frequenz dieser induzierten Spannung ist

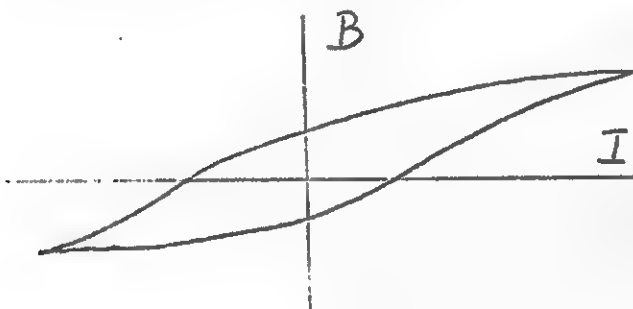
$$f = \text{Drehzahl} \quad x = \text{Zahl der Kerben}$$

### Ferrite:

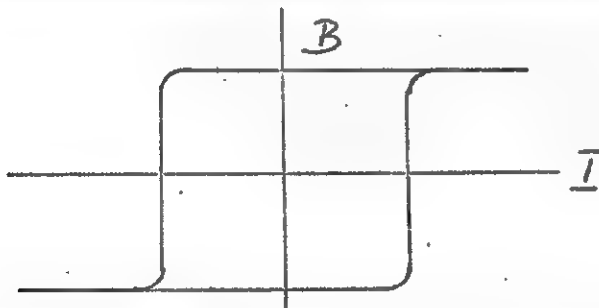
Ferrite sind Kombinationen von Eisenoxiden mit anderen Schwermetalloxyden, speziell Magnesiumoxyden. In der Rechenmaschinenteknik werden vorwiegend Rechteckferrite verwendet, sogenannten wegen der rechteckigen Form der Hystereseschleife dieses Materials.

z.B.

Hystereseschleife von Dynamostahl



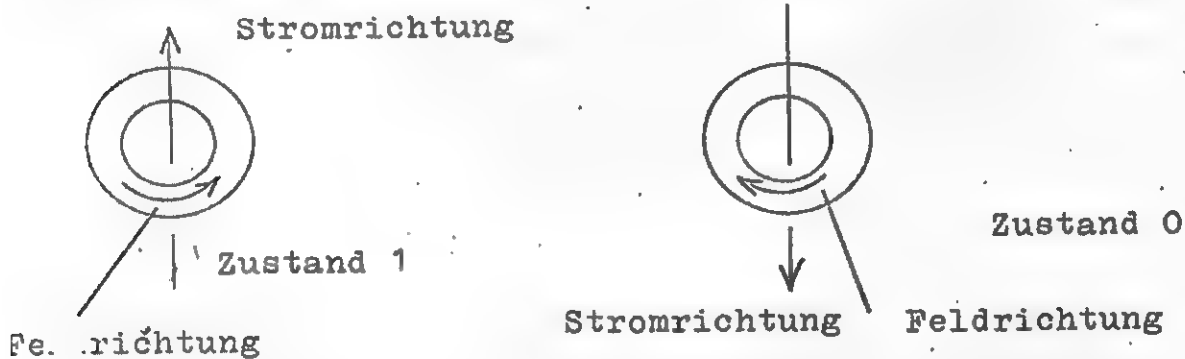
Hystereseschleife von Rechteckferrit



Angewendet werden solche Ferrite für Schalt- und Speicheraufgaben, meist in Form von Ringen.

### 1.8.5 Anwendungsbeispiele

Anwendung als Speicher: Betrachtet sei ein Ferritring durch welchen ein stromdurchflossener Draht geführt ist.



Je nachdem ob wir den Strom in der einen oder anderen Richtung durch den Draht schicken, wird im Ring ein Magnetfeld entgegen dem Uhrzeigersinn oder im Uhrzeigersinn erzeugt.

Die eine Feldrichtung bezeichnen wir als Zustand 1 (entgegen Uhrzeigersinn), die andere Feldrichtung nennen wir Zustand 0 (im Uhrzeigersinn). Dualzahlen lassen sich somit durch diese beiden Feldrichtungen darstellen.

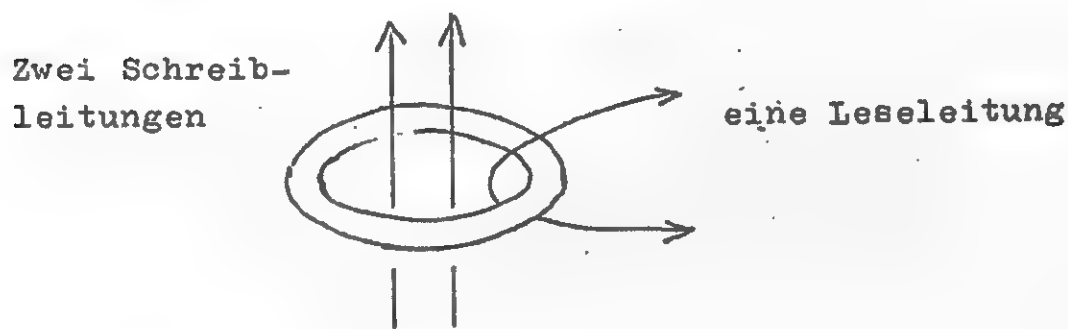
Richtungsänderungen des Magnetfeldes im Ferritring erfolgen immer dann, wenn ein bestimmter Strom überschritten ist. Diese Richtungsänderungen erfolgen sprunghaft. Wir können sie vergleichen mit dem sprunghaften Schalten eines Schalters. Die entstehende Magnetisierung ist bleibend. Mittels dieser bleibenden Magnetisierung ist eine Speicherung der beiden Richtungszustände 1 oder 0 möglich.

In der Praxis werden meistens drei oder mehr Leitungen durch die Ringe gefädelt. Diese Leitungen haben folgende Bedeutung:



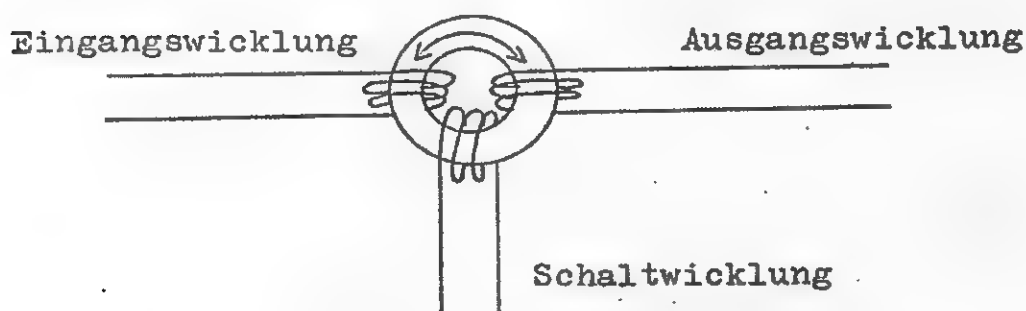
Mindestens zwei Leitungen dienen dem Einschreiben von 1 oder 0 in den Ring.

Eine Leitung dient dem Lesen des Eingeschriebenen. Die zwei Schreibleitungen bewirken eine Richtungsänderung des Magnetfeldes im Ring nur dann, wenn der durch beide Leitungen insgesamt fließende Strom so groß ist, daß der für das sprunghafte Umkippen erforderliche Wert erreicht wird. Fließen in beiden Schreibleitungen z.B. einander entgegengesetzte Ströme, erfolgt keine Richtungsänderung des Feldes.



In der Leseleitung wird bei jeder Magnetfeldänderung eine Spannung induziert, deren Richtung entsprechend der Magnetfeldrichtung im Ring auch wieder die Zustände 1 und 0 darstellt.

Anwendung als Schalter:



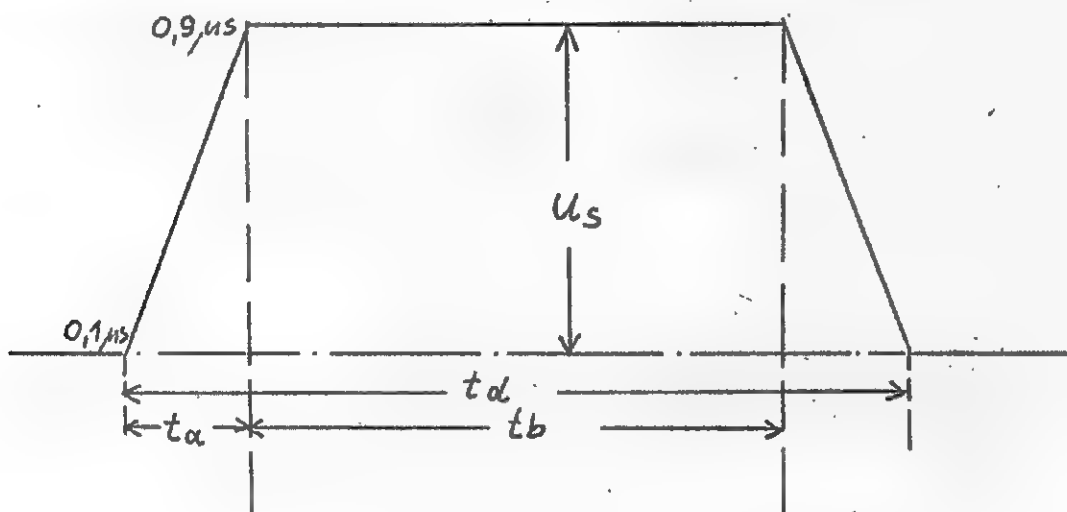
Ein Strom in der Eingangswicklung setzt den Ring in die eingezeichnete Magnetisierungsrichtung 0, anschließend fließt ein Strom durch die Schaltwicklung, welcher so gerichtet sei, daß die Magnetisierung in die Richtung 1 umkippt.

Bei dieser Änderung der Magnetisierungsrichtung wird in der Ausgangswicklung eine Spannung induziert, d.h. der Eingangsvorgang ist auf die Ausgangswicklung weitergeschaltet worden.

Verwendung finden solche Schalter z.B. zur vorübergehenden Aufnahme von Dualzahlstellen. Die Stellen werden dann Schritt für Schritt durch mehrere hintereinander geschaltete Ferritringe hindurchgeschoben.

#### 1.8.6

#### Erläuterung einiger Begriffe der Impulstechnik

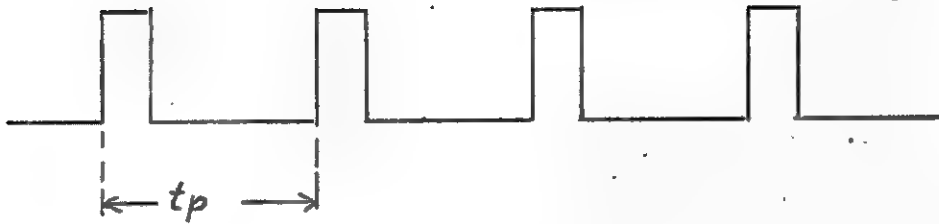


$t_a$  = Anstiegszeit

$t_d$  = Impulsdauer

$t_b$  = Impulsbreite

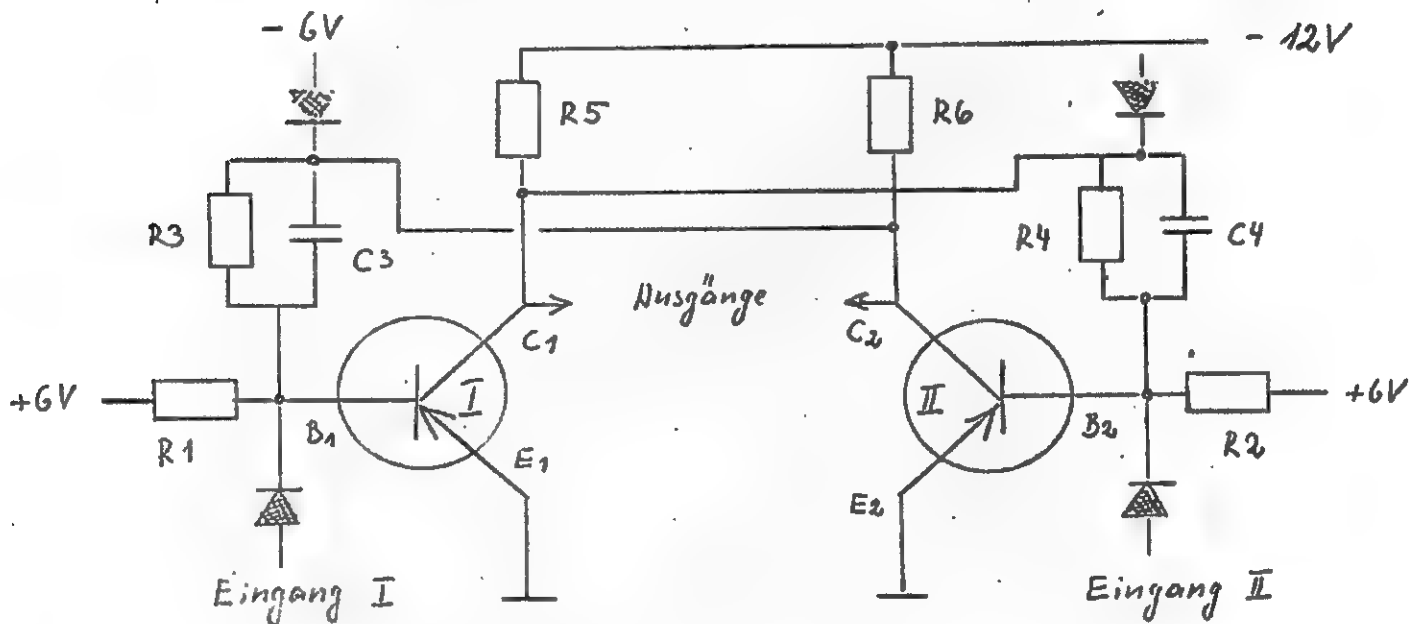
$U_s$  = Spitzenamplitude



$$f_p = \frac{1}{t_p} = \text{Impulsfrequenz}$$

## 1.9 Das Transistor-Flip-Flop

### 1.9.1 Prinzipschaltung



Die Ausgänge zweier Transistorstufen in Emitterschaltung sind in der oben dargestellten Form auf die Eingänge rückgekoppelt. Bei vollkommener Symmetrie der Bauelemente würden sich beide

Systeme die Waage halten.

Dieser Zustand ist praktisch nicht möglich, da die Bauelemente nicht genau gleich sind, sondern etwas unterschiedliche Eigenschaften besitzen.

### 1.9.2 Anfangsstellung

Angenommen der Transistor I läßt einen geringen Strom durch, der Collector C1 wäre positiver als der Collector C2 von Transistor II. Es fließe also ein Strom vom Emitter E1 zum Collector C1 des Transistor I. Der Collector C1 wird positiver. Die Basis B2 erhält damit eine positive Vorspannung und sperrt den Transistor II. Der Collector C2 ist negativ; die Spannung B1 wird negativ und der Transistor I mehr geöffnet. Der Collector von Transistor I wird noch positiver, wodurch die Basis von Transistor II ebenfalls positiver wird.

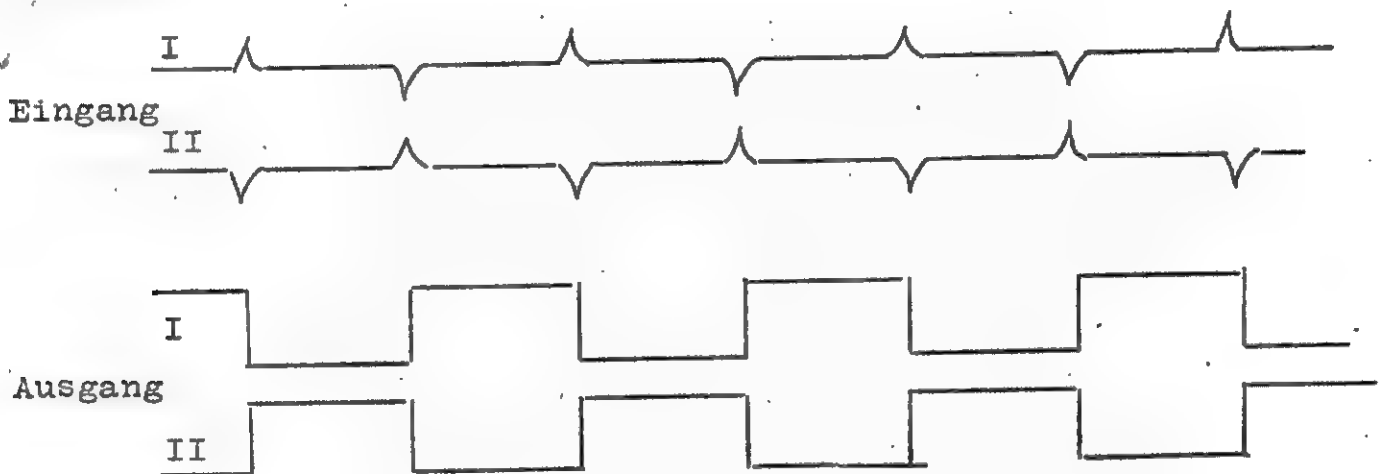
Schließlich ist Transistor I vollkommen offen und Transistor II ganz geschlossen. Die Schaltung hat ihre willkürliche Anfangsstellung eingenommen.

### 1.9.3 Arbeitsweise

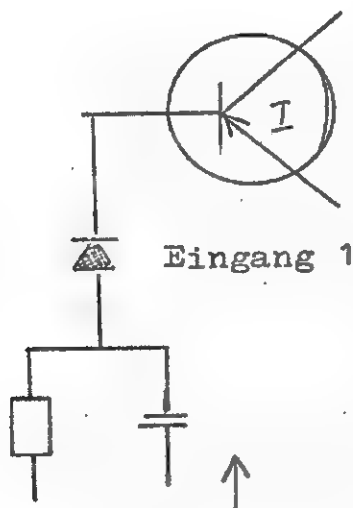
Werden den Eingängen I bzw. II hinreichend große positive Signale zugeführt, so werden die Transistoren gesperrt. Die Zuführung der Eingangssignale erfolgt über R-C-Glieder und Ziehdiode. Die Dioden verhindern, daß negative Signale auf den Transistoreingang einen Einfluß ausüben.

Besitzt z.B. das Flip-Flop die Anfangsstellung: Ausgang I 0 Volt, Ausgang II -6 Volt, so bewirkt ein positiver Impuls auf den Eingang I, daß die entgegengesetzte Schaltung, nämlich Ausgang I -6 Volt, Ausgang II 0 Volt eingenommen wird. Werden die Eingänge des Flip-Flops von zwei um  $180^\circ$  phasenverschobenen Signalfolgen angesteuert, so erhalten wir am Ausgang zwei ebenfalls um  $180^\circ$  phasenverschobene Rechteckimpulsfolgen.

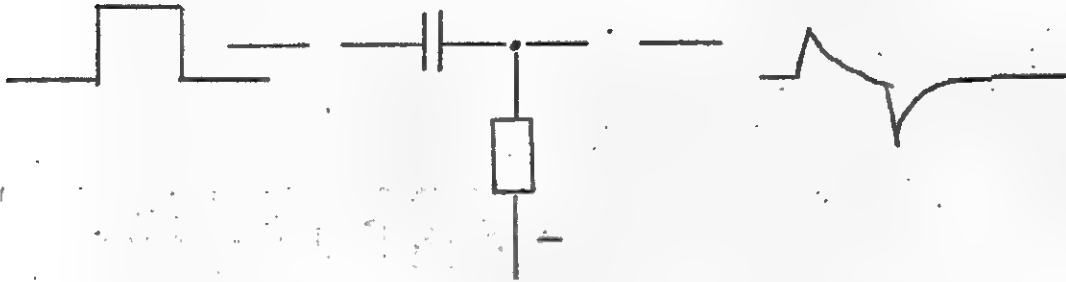
Beispiel:



Zur Ansteuerung von Flip-Flops verwendet man spitze Impulse. Sie werden erzeugt durch Differenzierglieder an den Eingängen.



Differenzierglieder formen Rechteckimpulse in spitze Impulsnadeln um.



Wirksam für den Flip-Flop-Eingang werden nur die positiven Spitzen, die negativen Stücke werden durch die dem Eingang vorgeschalteten Dioden abgeschnitten.



1.10

## Zuverlässigkeit und Funktionssicherheit von Rechenanlagen

Entscheidend für die Zuverlässigkeit ist an erster Stelle die Qualität der in der Anlage enthaltenen Bauelemente und deren Verarbeitung. Nur bestes Material und solideste Verarbeitung können eine gute Funktionssicherheit gewährleisten. Wenn beispielsweise bei einem Fernsehempfänger einmal pro Abend das Bild wegläuft, weil ein wärmeempfindliches Element enthalten ist, so entsteht kein großer Schaden, wenn jedoch eine Rechenanlage wegen eines schlechten Bauelementes öfter aussetzt, können beträchtliche Schäden entstehen, da dann alle Ergebnisse einer längeren Betriebszeit mitunter unsicher werden.

Alterserscheinungen lassen sich durch laufende Kontrolle der Bauelemente weitgehend ausschliessen. Eine solche, dem Ausfall von Elementen vorbeugende Wartung, ist besonders bei Röhrenmaschinen notwendig.

Zweckmäßig ist es bereits bei der Programmierung eines Problems, mathematische Kontrollen einzubauen. Ein Beispiel ist die Summenprobe bei Matrizenmultiplikationen.

Die wichtigsten Funktionselemente von Rechenanlagen prüfen sich dauernd selbst auf ihre technische Sicherheit. Z.B. werden Prüfimpulse neben den Informationsimpulsen durch die Anlage geschickt. Liefern diese Prüfungen nicht das gewohnte Ergebnis, stoppt die Anlage.

Durch dauernde Verbesserung der Qualität haben programmgesteuerte elektronische Rechenanlagen heute ein so hohes Maß an Sicherheit erreicht, daß die Nutzzeiten über 90 % liegen.

Gründe für einen Ausfall sind meistens menschliche Bedienungsfehler.



1.11

Impulswerk der Z.23 (Uhr)

Wie bereits in der Einleitung beschrieben, benötigt eine elektronische Rechenanlage zur Durchführung und Steuerung ihrer Operationen elektronische Impulsfolgen. Diese Impulsfolgen liefert ein Impulserzeuger grösseren Umfanges, welchen wir Uhr nennen.

Zur primären Erzeugung der erforderlichen Impulse sind auf der Magnetspeichertrommel zwei Eisenscheiben angebracht, welche längs ihres Umfanges mit Kerben versehen sind. Die Trommel, und somit die genannten Scheiben rotieren mit 6000 Umdr./min.

Die Kerben laufen an zwei mit Spulen bewickelten Permanentmagneten (Magnetköpfe) vorbei und erzeugen Änderungen des Magnetflusses, welche wiederum in den Spulen Spannungen induzieren. (vgl. Einleitung)

Eine der Scheiben nennen wir Uhrspurscheibe, diese Scheibe besitzt 1472 Kerben, die zweite Scheibe wird Einzelimpuls-scheibe genannt; sie hat nur eine Kerbe.

Die Magnetspeichertrommel dient ferner zur Speicherung von Zahlen, Texten und Befehlen mittels einer auf einer Oberfläche angebrachten magnetisierbaren Eisenoxydschicht. Die Wirkungsweise dieser Speicherung ist in einem späteren Abschnitt beschrieben.

Angetrieben wird die Trommel durch einen Drehstrommotor, welcher von einem 100 Hz Frequenzumformer gespeist wird.

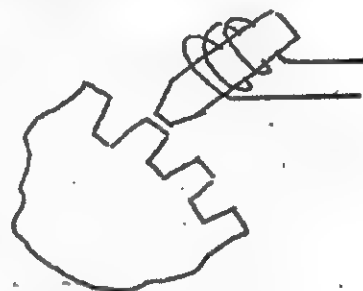
Die Entstehung der Uhrspurwelle (147,2 kHz) und Erzeugung der Impulse SL 0 und SL 1/2:

Die Trommel routiert mit 100 Umdrehungen pro Sekunde. Dabei entsteht in der Wicklung des Uhrspurkopfes eine sinusförmige Wechselspannung von 147,2 kHz. ( $100 \text{ Umdr./sec.} \cdot 1472 \text{ Kerben} = 147,2 \cdot 10^3$ ).

Wenn der permanent-magnetische Magnetkopf gerade über einer Einfräsung steht, ist der magnetische Fluß klein; steht der Kopf dagegen über einem Steg, ist der magnetische Fluß groß. Die Flußänderung wiederholt sich in einer Sekunde 147.200 mal.



magn. Fluß klein



magn. Fluß groß

Jede Flußänderung bewirkt eine induzierte Spannung in der Wicklung des Permanentmagneten nach der Gleichung  $U = \frac{-d\Phi}{dt}$ . Die entstehende Sinusspannung nennen wir Uhrspurwelle. Diese Uhrspurwelle wird einem Verstärker zugeführt, den wir als Uhrspurfilter bezeichnen, und welcher Amplituden und Phasenschwankungen der Uhrspurwelle ausgleicht, sowie die Uhrspur auf etwa 6V verstärkt. (Die Ausgangsspannung am Magnetkopf beträgt unbelastet etwa 60 mV<sub>SS</sub>).

Infolge der meistens etwas niedriger als 50 Hz liegenden Netzfrequenz, sowie des im Umformer und Antriebsmotor auftretenden Schlupfes beträgt die praktische Trommeldrehzahl etwa 5800 bis 5900 Umdr./min.

Das Uhrspurfilter ist in einem Baustein Ts 600 zusammengefaßt.

Den Eingängen 14 und 15 wird vom Magnetkopf die induzierte Wechselspannung zugeführt. Wir wollen diese Wechselspannung in Zukunft kurz Uhrspur nennen. Die Uhrspur wird zunächst durch eine transformatorgekoppelte Transistorstufe (Tr 45; Ts 40) verstärkt.

Der Kondensator C 23 bildet mit der Sekundärwicklung von Tr 45 einen Schwingungskreis, welcher auf etwa 140 kHz abgestimmt ist, desgleichen die Kondensatoren C 25 und C 26 mit Tr 46. C 24 stellt eine Gegenkopplung dar,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  bilden Spannungsteiler zwecks Erzeugung der Transistorvorspannungen;  $R_4$  dient als Arbeitswiderstand.

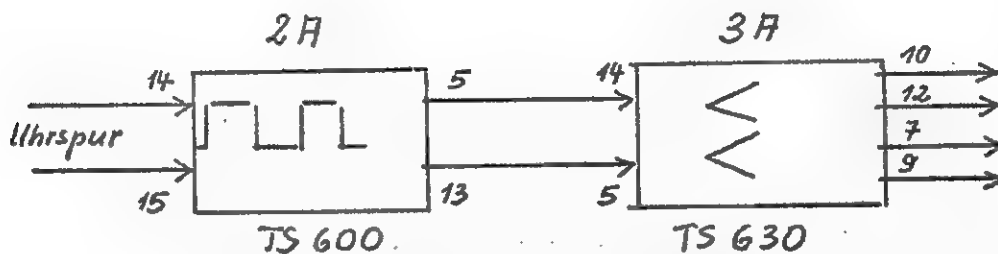
R 3, R 19, R 20, R 21, R 22 dienen ferner der Temperaturstabilisierung.

Am Ausgang des Ts 40 erfolgte eine Signalverzweigung. Die Uhrspur wird einmal über zwei kapazitiv gekoppelte (C 29, C 30) Transistorstufen (Ts 43, Ts 44) verstärkt dem Ausgangskontakt 13 zugeführt; zum anderen über den Trafo Tr 46 einer Doppelweggleichrichterschaltung zur Erzeugung einer Uhrspurwelle doppelter Frequenz zugeleitet. Bekanntlich werden durch eine Doppelweggleichrichtung (hier Grätzschaltung) die negativen Halbwellen so zwischen die positiven Halbwellen geklappt, daß eine Wechselspannung entsteht, bei welcher sich die Zahl der positiven Halbwellen gegenüber der ursprünglichen Wechselspannung verdoppelt hat. Wir wollen die am Ausgang des Gleichrichters erhaltene Spannung "Uhrspurwelle mit doppelter Frequenz" nennen.

Diese Uhrspurwelle mit doppelter Frequenz wird über zwei kapazitiv gekoppelte (C 27, C 29) Transistorstufen (Ts 41, Ts 42) am Ausgang 5 zugeführt. Die Widerstände R 5 bis R 11, R 15, R 12 bis R 18 dienen der Erzeugung von Transistorvorspannungen,  $R_{12}$ ,  $R_{13}$ , R 5,  $R_{16}$  sind Arbeits-

Widerstände. Die Kondensatoren C 31 bis C 34 erden die Emitter der vier Stufen wechselfspannungsmäßig.

Schaltsymbol des Ts 600 und des folgenden Zwischenverstärkers Ts 630.



Dieser Zwischenverstärkerbaustein Ts 630 (Schaltbild 10013, links oben) enthält zwei zweistufige Verstärker in Emitter-schaltung (Transistoren OC 47). Die einzelnen Stufen sind gleichspannungsgekoppelt (R1, R2, R3, R5, R11, R12), den Kopplungswiderständen parallelgeschaltet sind Kopplungs-kondensatoren (C15, C16, C17, C18) zur Zuführung der Wechsel-spannungen. An den collectorseitigen Ausgängen sind Dioden angeschlossen, welche die Ausgangssignale auf 6V begrenzen, (D21, D22, D23, D24) bzw. den Basisstrom begrenzen (D19, D20). An den Ausgangskontakten 12, 10 und 9, 7 steht die Uhrspur als rechteckige Impulsfolge zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung.

1.11.1

Die Erzeugung des Einzelimpulses

In entsprechender Weise, wie die Erzeugung der Uhrspur, wird durch die Rotation der Einzelimpulsscheibe, welche nur eine Kerbe besitzt, in dem zugehörigen permanent-magnetischen Einzelimpulskopf bei jeder Trommelumdrehung ein einzelner Spannungsimpuls erzeugt.

Die zeitliche Dauer dieses Einzelimpulsspannungsstoßes beträgt etwa  $10 \mu\text{s}$ . Dieser Einzelimpuls wird zwecks Verstärkung dem Eingangskontakt 11 eines Einzelimpulsverstärkers Ts 601 zugeführt.

Der Einzelimpulsverstärker Ts 601 enthält 3 Transistorverstärkerstufen in Emitterschaltung. Die Eingangsstufe ist transformator-gekoppelt, die 2. Stufe ist kapazitiv-gekoppelt, die 3. Stufe ist gleichspannungs-kapazitiv-gekoppelt. Das Ausgangssignal dieses Verstärkerbausteins wird mittels einer Diode (D 18) auf 6V begrenzt. Die in der Schaltung enthaltenen Widerstände dienen der Erzeugung der Transistorspannungen. Die Kondensatoren C 13 und C 14 dienen der Verhinderung von Gegenkopplungen. Die Basis der letzten Stufe ist im Ruhestand positiv, der Transistor als Schalter betrachtet, nicht stromführend. Er wird also nur durch den Einzelimpuls für eine Zeitdauer von etwa  $5 - 10 \mu\text{s}$  stromführend.

Der Einzelimpuls definiert den Beginn jeder Trommelumdrehung, ihm wird in den Zeitplänen willkürlich die Zeit 0 zugeordnet.

Dieser Einzelimpuls wird vom Eingangskontakt 7 des beschriebenen Bausteins einem Negator Ts 701 zugeführt. (vgl. Schaltbild 10013, oben). Am Ausgang dieses Negators steht der Einzelimpuls als negativer Impuls zur Verfügung ( $\overline{EF}$ ).

## 1.11.2

### Erzeugung der S-Impulse

Für die Erzeugung und den Transport von Informationen in der Maschine benötigen wir Impulse, welche während jeder Bitzeit einmal zur Verfügung stehen. Diese Impulse werden S-Impulse genannt.

Die S-Impulse werden gebildet mittels konjunktiver Überlagerungen der Uhrspur, deren Negation, der Uhrspur mit doppelter Frequenz. Diese konjunktiven Überlagerungen werden durchgeführt mittels der Konjunktionen 28 C II, 26 A I, 26 A II, 23 C I. Diesen Konjunktionen werden die genannten Uhrspurgrößen über jeweils 2 Negationen zugeführt. (vgl. Schaltbild 10013 und Schaltbild 10010, links Mitte). Die Wirkungsweise der genannten konjunktiven Überlagerungen geht aus dem nachfolgend dargestellten Zeitplan hervor.

Um zu gewährleisten, daß die Uhrspur und die Uhrspur doppelter Frequenz phasenmäßig zueinander richtig liegen, wird durch die Uhrspur doppelter Frequenz ein Flip-Flop in Zählschaltung angesteuert über die dynamischen Eingänge und gleichzeitig angesteuert über die statischen Eingänge von der Uhrspur mit einfacher Frequenz. Ausgangsseitig entnehmen wir diesem Flip-Flop (5 A, Schaltbild 10013) die Größen Uhrspur und Uhrspur.

Die Ausgänge der bereits genannten Konjunktionen sind mit dynamischen Leistungsverstärkern verbunden, an deren Ausgängen die S-Impulse, zwecks weiterer Verwendung in der Maschine, zur Verfügung stehen.

Baustein 25 A II liefert den Impuls S10,  
Baustein 25 A I liefert den Impuls S0,  
Baustein 22 B II liefert den Impuls S 1/2,  
Baustein 24 B I liefert den Impuls SL 1/2

Die Impulse SL.. und S.. unterscheiden sich dadurch, daß die SL-Impulse für eine  $1/2$  Bitzeit positiv und für eine  $1/2$  Bitzeit negativ sind, während die S-Impulse nur für eine  $1/4$  Bitzeit positiv sind. Die Impulse SO und S  $1/2$  sind zusätzlich noch über statische Leistungsverstärker (4 D I, 4 D II) geführt.

Auch der bereits beschriebene Einzelimpuls wird über eine Negation geführt und anschließend mit der Uhrspur konjunktiv überlagert, um seine Impulsbreite auf  $1/4$  B herabzusetzen (Konjunktion 28 B III). Nach dieser konjunktiven Überlagerung wird der Einzelimpuls über 2 in Reihe geschaltete dynamische Leistungsverstärker einer Messbuchse und der weiteren später beschriebenen Verwendung in der Maschine zugeführt.

### 1.11.3

#### Bemerkungen zur Uhrspur, dem Einzelimpuls und den S-Impulsen

Ergänzend zu den im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen technischen Funktionen werden folgende Bemerkungen gemacht:

Die von der Trommel erzeugte Uhrspurwelle wird gemessen, zweckmäßigerweise am Baustein 2 A/15, Schaltbild 10013, bei abgeschalteter Anodenspannung. Dabei kann der Uhrspurfilter 2 A stecken bleiben, wird er gezogen, ist unbedingt darauf zu achten, daß die Anode abgeschaltet wird, da bei nicht laufender Uhr (P-Kette) die in der Maschine befindlichen Bausteine Ts 431 geschädigt werden können. Die Uhrspur hat an dem genannten Messpunkt eine Amplitude von etwa 40 - 100 mV.

Diesem Messpunkt vorgeschaltet ist ein kleiner Widerstand (z.B. 25 Ohm), welcher die Uhrspur-Amplitude am Eingang des Filters so stark verkleinert, daß der Filter nicht

übersteuert wird. Die Uhrspur kann in ihrer verstärkten Form beobachtet werden, am Messpunkt Baustein 2 A Kontakt 5 und Kontakt 13. Auf Kontakt 5 erhalten wir ein sinusförmiges Signal der doppelten Uhrspurfrequenz, welches noch leicht moduliert ist. An Kontakt 13 erhalten wir das Signal einfacher Frequenz annähernd rechteckig. Die Amplituden betragen etwa 6V.

Der Einzelimpuls kann beobachtet werden am Messpunkt 4 A Kontakt 11, bei abgeschalteter Anodenspannung. Ein 25 Ohm-Widerstand ist diesem Messpunkt nicht vorgeschaltet. Die Amplitude des Einzelimpulses beträgt ebenfalls etwa 40 - 100 mV. (Spitze - Spitze, Störsignal, etwa 10 mV). Die Beobachtung des Impulses an dieser Stelle ist recht schwierig, da wegen der kleinen Spannung eine Synchronisation erschwert wird. Bei nicht abgeschalteter Anodenspannung wird der genannte Messpunkt durch Rückwirkung so stark beeinflusst, daß eine Beobachtung des Einzelimpulses nicht möglich ist. Der Einzelimpuls zeigt an dieser Stelle bei richtiger Polung erst eine negative und anschließend eine positive Nadel, deren Rückflanke abgeflacht verläuft.

Der Einzelimpuls am Beobachtungsort 4 A Kontakt 7 hat eine Amplitude von 6V und eine Breite von etwa  $3/4$  Bit positiv.

In der beschriebenen konjunktiven Überlagerung des Einzelimpulses mit den Uhrspurgrößen wird seine Breite durch Ausblendung auf  $1/4$  Bit reduziert. (Messbuchse).

Dem Beginn des Einzelimpulses ist willkürlich die Zeit 0 zugeordnet. Zu dieser Zeit 0 beginnt auch einer der Impulse S0. Der Impuls S0 besteht aus einem positiven Teil von einem  $1/4$  Bit Dauer und einem negativen Teil von  $3/4$  Bit Dauer. Bezogen auf diese Impulse S0 beginnen die Impulse S10 ein  $3/4$  Bit später.



Gemäß dieser Definition beginnen die Impulse S  $1/2$  zur Zeit  $1/2$  und die Impulse SL  $1/2$  zur Zeit  $1/4$ . Die Impulse SLO und SL  $1/2$  sind jeweils eine  $1/2$  Bitzeit positiv und negativ.

Die zeitlichen Definitionen der später beschriebenen P-Impulse weichen von den für die S-Impulse gültigen Definitionen ab. S-Impulse und PL-Impulse, zeitlich miteinander verglichen, zeigen, daß für die PL-Impulse die bisherigen zeitlichen Definitionen nicht für die Vorderflanke, sondern für die Impulsmitte zutreffend sind.

So beginnt z.B. der PL 44,5 zur Zeit 44 und geht bis zur Zeit 45. Die aus den PL-Impulsen entstehenden PS-Impulse, z.B. PS 45,5 usw. entsprechen in ihrer zeitlichen Definition wieder den S-Impulsen, da sie aus konjunktiven Überlagerungen der PL-Impulse mit S-Impulsen entstehen.

Gegenüber den S-Impulsen sind sie an einigen Stellen wegen zwischengeschalteter verzögernder Bauelemente ein klein wenig verschoben.

#### .11.4

##### Erzeugung der P-Impulse

Zur Durchführung von Schaltvorgängen sind Impulse notwendig, welche innerhalb der Wortzeit nur zu bestimmten Zeitabschnitten vorhanden sind. Diese Impulse nennen wir P-Impulse.

Die Erzeugung der P-Impulse ist in diesem Abschnitt erläutert. Mittels des im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen Einzelimpulses wird zur Zeit 0 ein Flip-Flop 14 A I in die Stellung L gesetzt. Den dynamischen

Eingängen dieses Flip-Flops wird über den Baustein 24 B II zur nächsten Zeit 1 ein SO-Impuls zugeführt, welcher das Flip-Flop in die Stellung 0 zurückschaltet.

Das Flip-Flop A I steht also 1 Bitzeit lang, nämlich von der Zeit 0 bis zur Zeit 1 in Stellung L. Die Stellung L dieses Flip-Flops wird zur Zeit 0,5 mittels eines Schiebeimpulses  $S \frac{1}{2}$  auf das folgende Flip-Flop 14 A II gesetzt. Von diesem Flip-Flop 14 A II wird der Zustand L mittels eines Schiebeimpulses SO weitergegeben an das Flip-Flop 15 A I. Auch 14 A II steht nur eine Bitzeit lang im Zustand L, nach dem Rücksetzen von 14 A I wird nämlich dessen Zustand 0 durch den  $S \frac{1}{2}$  auf 14 A II übertragen, Damit wird durch einen folgenden Schiebeimpuls SO auch 15 A I wieder in den Zustand 0 zurückgesetzt, nachdem vorher der Zustand 1 weitergereicht wurde auf 15 A II.

Von 15 A II wird die L weitergereicht auf 15 A II, 15 A IV usw., wobei die genannten Flip-Flops um jeweils eine Bitzeit im Zustand 1 stehen.

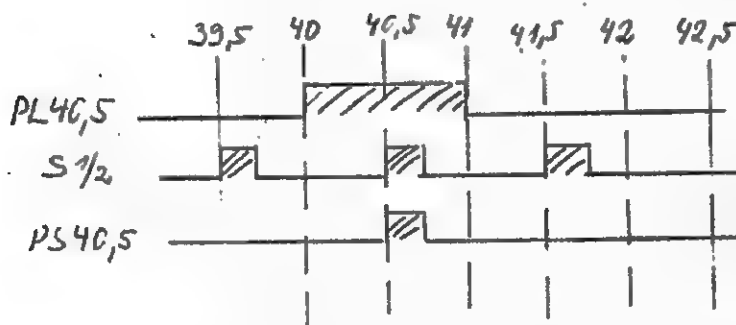
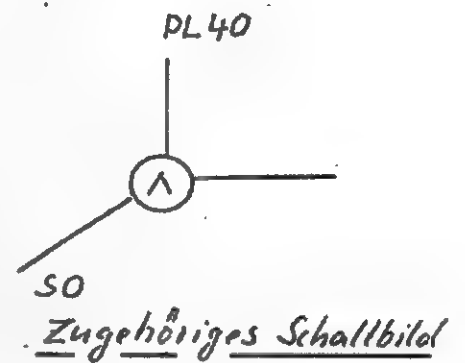
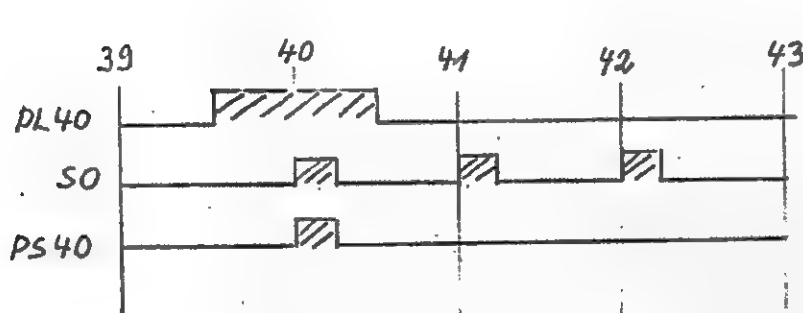
Da während jeder Wortzeit das Flip-Flop 14 A I nur eine Bitzeit lang in L steht, werden für die restlichen 45 Bitzeiten Nullen nachgeschoben. Die bereits geschilderten und ihnen nachgeschalteten Flip-Flops bilden eine Flip-Flop-Kette, welche wir P-Kette nennen. Diese P-Kette ist zur Vermeidung unzulässiger Zeitverschiebungen durch die große Zahl der hintereinandergeschalteten Flip-Flops unterteilt durch einige Puffer-Flip-Flops, z.B. 29 A I, 13 A II, welche dafür sorgen, daß die genannten Zeitverschiebungen nicht zu groß werden können. Diese Puffer-Flip-Flops werden geschaltet in gleicher Art wie das bereits beschriebene Flip-Flop 14 A II mit dem Impuls  $S \frac{1}{2}$ .

Die P-Kette endet schließlich in dem Flip-Flop 13 A I, dessen Ausgang über eine Konjunktion 14 B I wieder mit dem 1. Flip-Flop 14 A I verbunden ist. Das bedeutet, die P-Kette stellt einen in sich geschlossenen Ring von Flip-Flops dar, in welchen die einmal in das Flip-Flop 14 A I mittels des Einzelimpulses eingespeiste L laufend kreist. Die Konjunktion 14 B I ist nur dann nicht erfüllt, wenn zur Zeit 2 der O-Ausgang des Sektorzähler Flip-Flops (Sektorzähler 16) das Flip-Flop D 7, 8 C 1 in L setzt, somit ist die Konjunktion 14 B I von 2 bis zur nächsten Zeit 0 gesperrt. Da die Konjunktion 14 B I also erst zur Zeit 2 gesperrt wird, konnte die in 13 A I anstehende L noch auf 14 A I übernommen werden. Dadurch läuft diese L trotz nun gesperrter Konjunktion 14 B I in der P-Kette einmal um und wird mit dem nun folgenden Einzelimpuls durch Schalten des Flip-Flops D 7 wieder erneut auf 14 A I übertragen. 14 B I dient also somit zur Synchronisation der P-Kette in Abhängigkeit vom Einzelimpuls.

An den Ausgängen der bisher beschriebenen P-Ketten-Flip-Flops entnehmen wir die bereits genannten P-Impulse, beginnend mit dem Impuls PL 0,5 hinter dem Flip-Flop 14 A I, den Impuls PL 1,5 hinter dem Flip-Flop 15 A I usw. bis schließlich zum Impuls PL 45,5 hinter dem Flip-Flop 13 A I.

Hinter einem Flip-Flop 9 A I verzweigt sich die P-Kette und bildet einen Parallelzweig mit weiteren 12 Flip-Flops. Diese Flip-Flops werden aber mit dem Schiebeimpuls S  $1/2$  weitergeschaltet, so daß sich verglichen mit den P-Ketten-Flip-Flops des Hauptzweiges eine zeitliche Verschiebung um  $1/2$  bit ergibt. An den Ausgängen der Flip-Flops dieser P-Ketten-Verzweigung erhalten wir die ganzzahligen PL-Impulse (PL 38 hinter 3 A I bis PL 2 hinter 1 A III).

Durch die konjunktive Überlagerung der beschriebenen PL-Impulse mit den Impulsen SO bzw. S 1/2 ergeben sich Impulse, welche wir PS ..... 0, bzw. PS ..... 0,5 usw. nennen. Diese Impulserzeugung ist in dem folgenden Beispiel dargestellt.

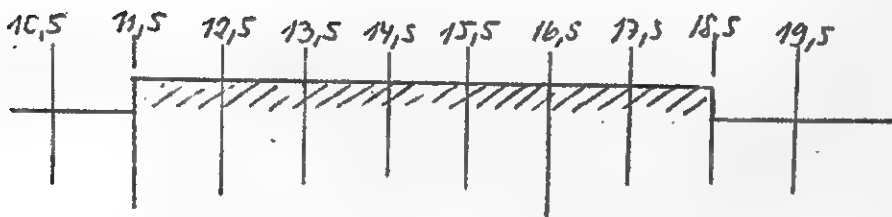
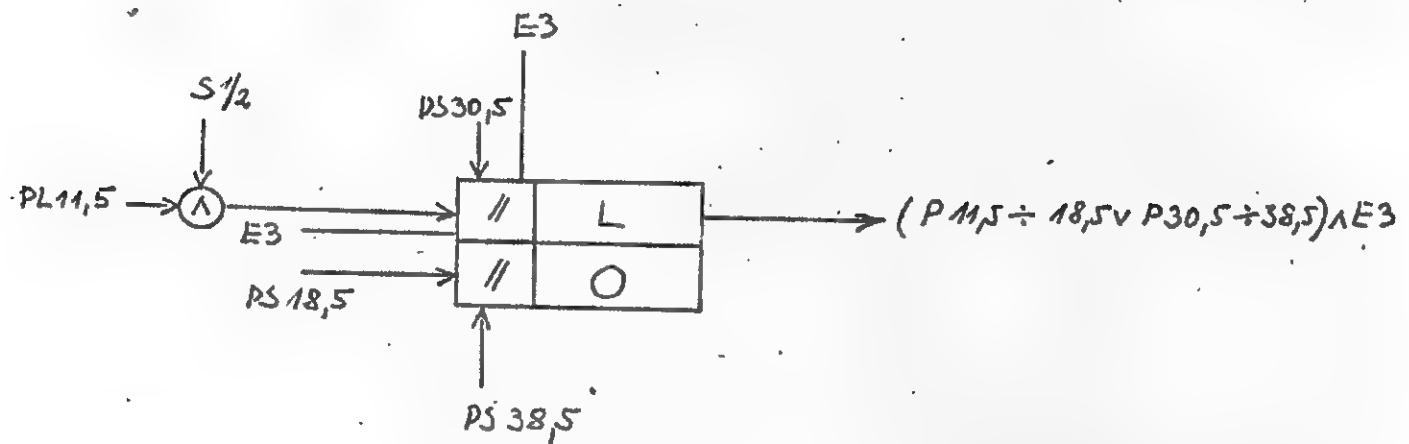


Durch Negation von P-Impulsen entstehen sog.  $\overline{\text{P}}$ -Impulse, z.B.  $\overline{\text{PL}} 1,5$ ,  $\overline{\text{PL}} 40,5$ ,  $\overline{\text{PL}} 41,5$ ,  $\overline{\text{PS}} 0$  usw.

Durch konjunktive Überlagerung mehrerer P-Impulse bzw. konjunktive Überlagerung mit Schaltgrößen des Kommandowerkes z.B. E3 und nachgeschalteten Flip-Flop-Schaltungen entstehen P-Impulse, welche für mehrere Bitzeiten positiv sind. Die Erzeugung eines dieser Impulse wird zur Erläuterung des Entstehungsprinzips in der nachfolgenden

Skizze erläutert. Auf eine Gesamtdarstellung wurde verzichtet.

Beispiel:



Signal am L-Ausgang des Flip-Flops bei  $P 11,5 \div 18,5$

## Kapitel II

### 2. Beschreibung der logistischen Schaltpläne der ZUSE Z 23

#### 2.1 E i n l e i t u n g

Die vorliegende Schrift soll die Einarbeitung in die Funktion der Z 23 erleichtern. An Hand der logistischen Schaltpläne können Ablauf und Wirkung der beschriebenen Befehle verfolgt werden. Tore und Flip-Flops, sowie Register und Entschlüsselungsschaltungen, die der Erzeugung der zur Steuerung der Befehle erforderlichen Grössen dienen, sind zwecks besserer Übersicht mit Positionsnummern versehen.

Freiburger Code, Bedeutung der Zeichen im Befehlsregister, sowie Aufbau des Dualwortes bei Ziffer, Zeichen und Befehl sind eingehend in der Programmierungsanleitung Z 23 beschrieben. Die Wirkung der Befehle ist aus der Befehlsliste und dem Intern-Code ersichtlich. Um den Umfang der vorliegenden Beschreibung so klein als möglich zu halten, wird auf die Wiederholung der eben erwähnten Punkte verzichtet. Es soll nur die Wirkung der Befehle auf das logistische Schaltbild übertragen werden, sowie die Erzeugung der Worttransporte und wichtigsten Sondergrössen beschrieben werden.

#### 2.2 A l l g e m e i n e s

Für den Betrieb der Z 23 ist eine Grundfrequenz erforderlich. Sie beträgt 147,2 kHz und wird von der Magnettrommel geliefert. Am oberen Rand des Trommelkörpers, der die Magnetschicht trägt, sind 2 Scheiben angebracht. Die obere Scheibe besitzt 1472 kleine Einfräsungen, die untere nur eine einzige. Zu jeder dieser beiden Scheiben gehört ein Magnetkopf. Die Trommel hat eine Betriebsdrehzahl von 6000 U/min. oder 100 U/sek.

Im oberen Magnetkopf werden  $100 \times 1472$  Spannungsänderungen pro Sekunde induziert. Es entsteht also eine Impulsfolge von 147,2 kHz, die Uhrspur genannt wird. Entsprechend kann am unteren Magnetkopf eine Frequenz von 100 Hz entnommen werden, der sogenannte Einzelimpuls.

Uhrspur und Einzelimpuls werden in nachgeschalteten Verstärkern verstärkt und stabilisiert. Diese Verstärker liefern rechteckige Impulse. Sie werden mit Hilfe von nachgeschalteten Konjunktionen, durch die zeitlich verschiedene Impulse eingeschleust werden, in die der Maschine zugrunde gelegte Zeitbasis gebracht. Der Einzelimpuls dient im wesentlichen Synchronisationszwecken. Insgesamt werden 4 verschiedene Impulsformen erzeugt, die eine Frequenz von 147,2 kHz haben. Sie werden mit SLO, SL 1/2, SO und S 1/2 bezeichnet. Die Impulsabstände betragen etwa 6,7  $\mu$ sek. oder eine Bit-Zeit\* bzw. Elementareinheit. Um die Lage der 4 Impulse innerhalb einer Bitzeit genau bestimmen zu können, ist diese nochmals in 4 gleiche Teile aufgeteilt. Die Bitzeitgrenze stellt jeweils den Wert 0 dar, dazwischen liegen die Zeiten 1/4, 1/2 und 3/4 (vergleiche Abbildung 1).

(\* Bit = Abkürzung von Binary-unit)

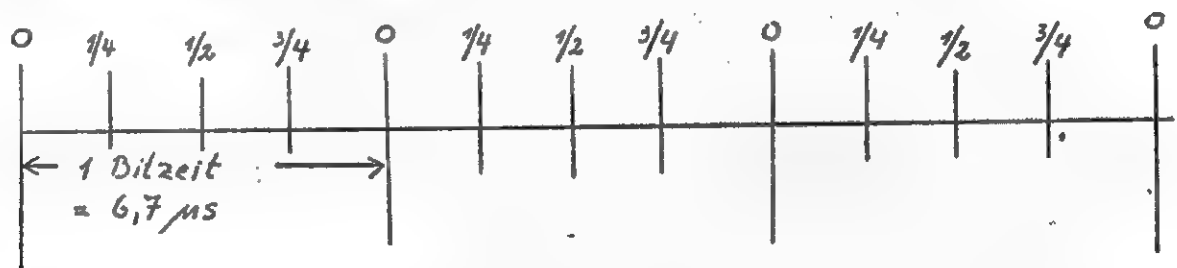
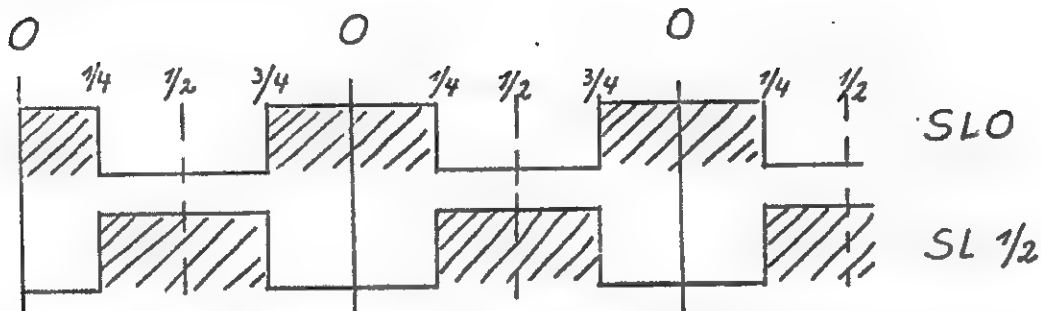


Abbildung 1

Die SL-Impulse sind 1/2 Bitzeit lang. Die Zeitmarke, auf die sich beziehen, liegt in der Mitte der Impulsbreite. Der Impuls beginnt zur Zeit 3/4 und endet zur Zeit 1/4. Dementsprechend beginnt der S-Impuls zur Zeit 1/4 und endet zur Zeit 3/4.

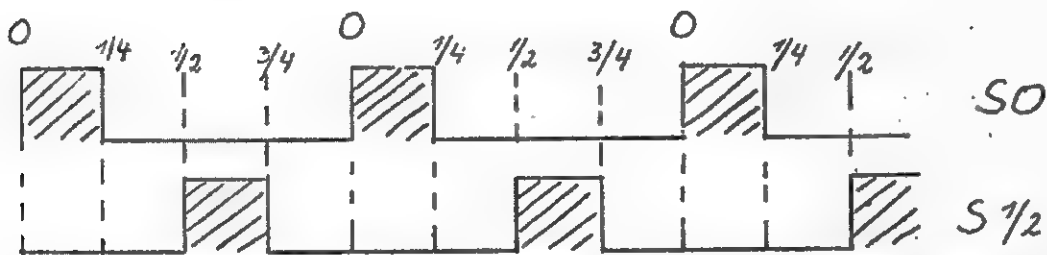
Abbildung 2



Aus der Abbildung 2 geht weiterhin hervor, daß der  $SL\ 1/2$  gegenüber dem  $SLO$  eine Phasendrehung um  $180^\circ$  aufweist. Damit ist er identisch mit dem  $\overline{SLO}$  (sprich "SLO quer"), also dem negierten  $SLO$ . Andererseits ist der  $\overline{SL\ 1/2}$  identisch mit dem  $SLO$ . Die Identität besteht jedoch nur in der zeitlichen Lage, logistisch müssen  $SLO$  und  $\overline{SLO}$ , sowie  $SL\ 1/2$  und  $\overline{SL\ 1/2}$  voneinander unterschieden werden.

Im Gegensatz zu den  $SL$ -Impulsen haben die  $S$ -Impulse eine Länge von  $1/4$  Bit. Hier fällt die Zeitmarke mit der Anstiegsflanke des Impulses zusammen. Abbildung 3 zeigt die Lage der  $S$ -Impulse, die  $S0$  und  $S\ 1/2$  genannt werden.

Abbildung 3



Hier ist zu beachten, daß beispielsweise der  $\overline{S0}$  mit dem  $S\ 1/2$  nicht identisch ist. Ebenso verhält es sich mit dem  $S\ 1/2$  und dem  $S0$ .

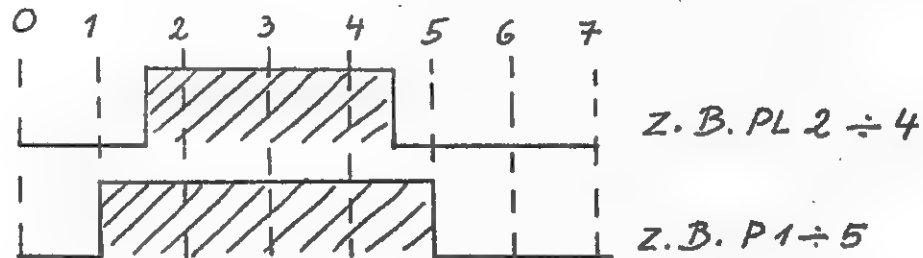


Außer den bisher beschriebenen Impulsformen gibt es noch die sogenannten PL-Impulse, P-Impulse und PS-Impulse.

Diese Impulse unterscheiden sich von den S-Impulsen hauptsächlich durch eine grössere Impulslänge (mit Ausnahme der PS-Impulse, die auch nur  $1/4$  Bit lang sind).

Die PL-Impulse sind mindestens eine ganze Bitzeit lang. Das gleiche gilt auch für die P-Impulse. Sie können sich über mehrere Bitzeiten hin erstrecken, in einigen Sonderfällen sogar bis zu einer ganzen Wortzeit. Die Abbildung 4 zeigt die zeitliche Lage dieser beiden Impulsformen.

Abbildung 4



Aus der Abbildung ist ersichtlich, daß die PL-Impulse  $1/2$  Bitzeit vor der Bezugs-Zeitmarke beginnen und  $1/2$  Bitzeit hinter dieser enden. Beim gewählten Beispiel PL 2 - 4 beginnt der Impuls also zur Zeit 1,5 und geht bis 4,5.

Die P-Impulse dagegen beginnen auf der Zeitmarke und enden auch dort. Bei vorliegendem Beispiel P 1 - 5 liegt der Anfang auf der Zeit 1 und endet bei der Zeit 5.

Näheres über die Erzeugung dieser Impulse geht aus dem Teil I "Einführung in die Rechenmaschinenteknik" Seiten 60 bis 63 hervor.

### 2.3 Informationsdarstellung in der ZUSE Z 23

Die ZUSE Z 23 ist ausgelegt für eine Wortlänge von 46 Bits. Jedes Wort besitzt also 46 Bits. Hiervon dienen 40 Bits für die Darstellung der Information und 6 Bits (sogenannte Totzeiten) für Umschaltvorgänge, sowie zum Öffnen und Schließen der Tore.

Die Information kann sein:

1. Ein Befehl,
2. eine Zahl (entweder Gleitkomma- oder Strichzahl),
3. Klartext.

Die 40 Informationsbits werden zu folgenden Gruppen zusammengefaßt:

#### 1. Bei einem Befehl:

2 Bits für Start-Stop. 5 Bits für Bedingungszeichen, 12 Operationsbits, 8 Schnellspeicherbits und 13 Trommeladressenbits. Befehle sind grundsätzlich in dieser Weise aufgebaut.

#### 2. Bei Gleitkommazahl:

2 Bits als Kennzeichenstelle für  $\pm$  Vorzeichen, 30 Mantissenstellen und 8 Exponentenstellen. Ist die Information eine Strichzahl, so werden die beiden Vorzeichenstellen in gleicher Weise benutzt, während die restlichen 38 Stellen für die Darstellung der Strichzahl zur Verfügung stehen. Für eine Konstante werden die Trommel- und Ssp.-Adressen einschließlich dem OP-Zeichen V ( $2^{21}$ ) benutzt.

### 3. Bei Klartext:

Hier werden die ersten 5 Bits als Kennzeichen- und Unterscheidungsstellen für Buchstaben und Ziffern benutzt. In den restlichen 35 Stellen können 7 Fernschreibzeichen mit je 5 Bits untergebracht werden.

Für die Speicherung solcher Informationen besitzt die Maschine einen Schnellspeicher und einen Trommelspeicher. Der Schnellspeicher hat eine Kapazität von 240 Worten, weiterhin stehen 16 Sonderadressen zur Verfügung. (Adressen für Ein- und Ausgabe, sowie Akkumulator (4), Akku-Verlängerung (3) und Rückkehradressenspeicher (5)). In den logistischen Schaltbildern werden die Sonderadressen "Verbotene Adressen" genannt.

Die Schnellspeicher sind aus Ferritkernen aufgebaut. Sie können ohne Zugriffszeit gelesen und beschrieben werden.

Die Trommelspeicherkapazität beträgt 8191 Worte. Diese sind in 256 Spuren mit je 32 Sektoren untergebracht. In jedem Sektor kann ein Wort gespeichert werden. Die Auswahl der Sektoren bringt beim Lesen und Schreiben eine Zugriffszeit, da die Trommel eine Drehbewegung ausführt und mit dem Transportieren der Informationen gewartet werden muß, bis der gewünschte Sektor unter dem angewählten Magnetkopf steht.

Alle Zellen der Schnellspeicher und des Trommelspeichers sind direkt adressierbar. In jeder Zelle kann, abgesehen von einigen Sonderadressen, ein Wort, bestehend aus 40 Bits gespeichert werden.

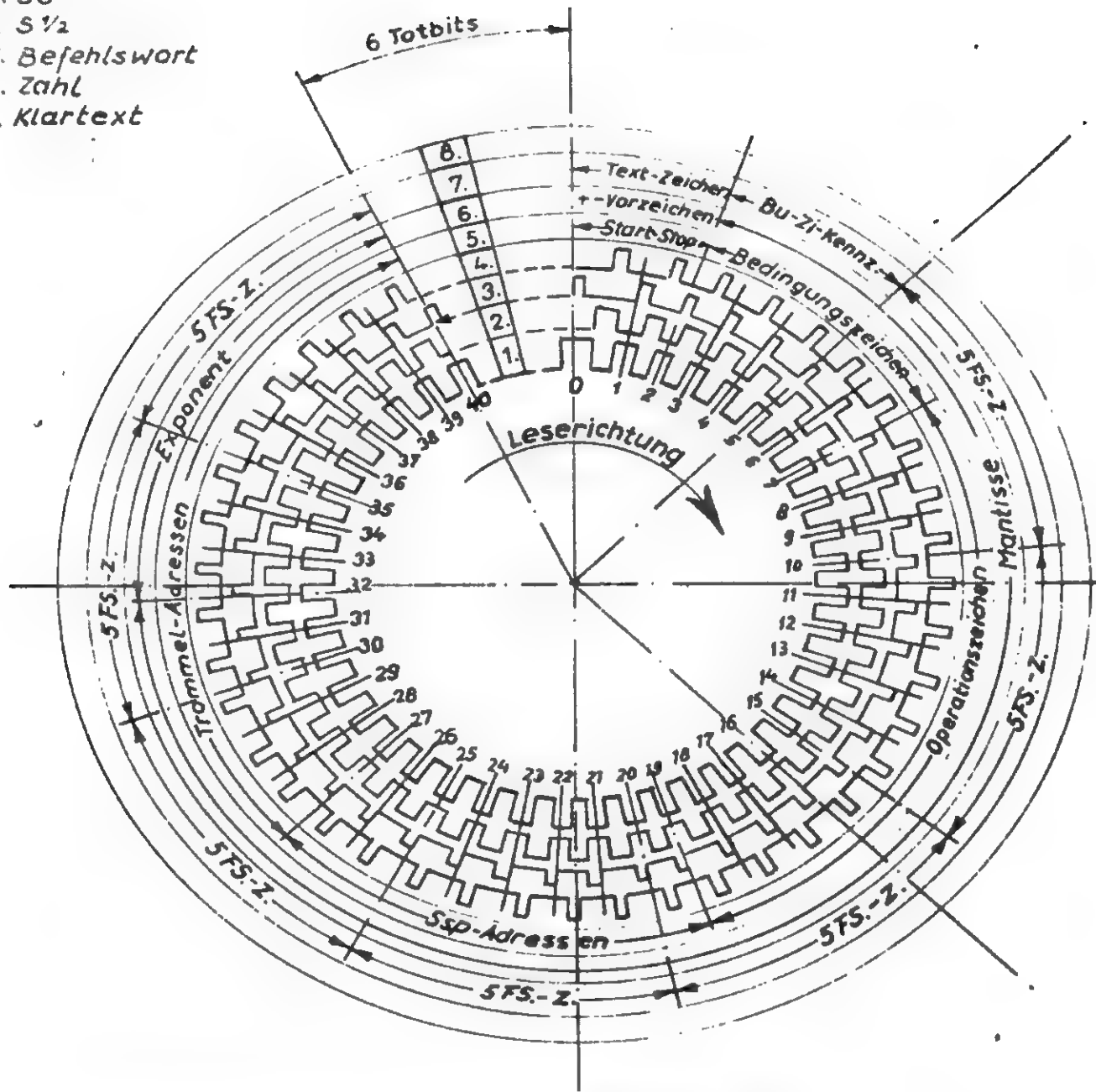
Die Information kann von und zu den Speichern in Serie oder bei bestimmten Registern auch parallel transportiert werden. Hier ist eine Steuergrösse notwendig, die zusammen mit eini-

gen Bedingungen, unter denen der Transport stattfinden soll, die beteiligten Tore öffnet. Diese Steuergrösse trägt die Bezeichnung "Worttransport". Der Worttransport umfaßt zeitlich etwa 44 Bits. Das Kennzeichen hierfür ist das "W". Da die Informationen auch unter verschiedenen Bedingungen transportiert werden können, kennzeichnet man dementsprechend die W-Grössen mit W1, W2, W3 usw.

Wird ein Wort in Serie transportiert, so wird eine Stelle nach der anderen aus dem angewählten Speicher in den gewünschten Speicher geschoben. Hierzu ist ein sogenannter Schiebeimpuls erforderlich, der zu jeder Bitzeit kommen muß, da ja jedes Wort aus 40 Bits besteht, die alle hintereinander transportiert werden müssen. Verwendet wird der S0 und S 1/2. Diese Impulsfolge wird während der Totzeiten (40 - 0) unterbrochen, da nur die 40 Informationsbits geschoben werden sollen..

Neben den normalen Schaltgrössen werden noch einigen spezielle Kombinationen für den linearen Schnellspeicherablauf, sowie den schnellen Trommelablauf erzeugt. Diese haben die Bezeichnung E1, E2, E3 usw.. Bedeutung und Wirkung ergibt sich aus späteren Abschnitten. In der Abbildung 5 sind noch einmal die wichtigsten Impulse aufgezeichnet..

1. SLO
2. SL 1/2
3. SO
4. S 1/2
5. Befehlsword
6. Zahl
7. Klartext



Die Wortlänge ist als Kreis dargestellt.  
Zeitablauf und Wortaufbau in Pfeilrichtung.

Dieses Blatt ist unser Eigentum. Jede Vervielfältigung, Verwertung oder Mitteilung an dritte Personen ist strafbar und wird gerichtlich verfolgt (Urheberrechtsgesetz, Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb B. G. B.)

				<b>ZUSE K.-G.</b>				
				Bezeichnung: <u>Abb.5.: Bitgruppeneinteilung u. Lage von SLO, SL 1/2, SO und S 1/2.</u>		Gezeichnet	29. 8. 61	Sa
						Gepflegt		
Tag		Name		Maßstab:	Werkstoff:	Vorrichtung Nr.:		Z. Nr.:
						Oberflächenbehandlung:		Lehren Nr.:
Änderungen		Paßmaß		Abmaß				

## 2.4 Übersicht Leitwerk, Schaltbild Nr. 18001

In der oberen Hälfte des logistischen Schaltbildes für das Leitwerk ist das Befehlsregister angeordnet, das mit dem Schiebeimpuls Ps 1 - 40 und einigen anderen logischen Grössen betrieben wird. In der linken oberen Ecke sind die Eingänge zum Befehlsregister eingezeichnet. Eine Information, die in das Befehlsregister gelangt, kann von der Trommel kommen, vom Schnellspeicher, vom Befehlszahl-Reg. und vom Ausgang des +1'-Addierwerkes (bei W2 v W13). Die Eingänge der ersten beiden Stellen des Befehlsregisters, die die Zustände Start (LO) und (OL) anzeigen, sammeln die Schaltimpulse für alle in der Maschine vorkommende Stops. Das gleiche gilt auch für die Impulse für "Start". Oberhalb des Bedingungszeichenteils in b ist die Löschschtaltung eingezeichnet. (Die genaue Funktion dieser eben beschriebenen Schaltungen erfolgt in einem späteren Abschnitt).

In der Mitte des oberen Blattrandes sind 3 Rechtecke eingezeichnet. Die darin enthaltenen Angaben beziehen sich auf jedes einzelne Flip-Flop des Befehlsregisters. Rechteck 1 ist 38 mal vorhanden und zeigt, wie der Inhalt der Tastatur für das Befehlsregister in die zugeordneten Flip-Flops übernommen wird. Rechteck 2 stellt die parallele Übernahme eines Kernspeicherzelleninhaltes während des linearen Schnellspeicherablaufes dar. Rechteck 3 schließlich zeigt, wie der Inhalt des Befehlsregisters wieder in eine Kernspeicherstelle zurückgeschrieben wird, (ebenfalls beim linearen Schnellspeicherablauf).

Oberhalb der Trommeladressenstelle 2 in b ist ein Flip-Flop QO angeordnet. Dieses Flip-Flop übernimmt während des linearen Schnellspeicherablaufes die Speicherung des Quersummenbits, da eine Quersummenkontrolle zwischen b und dem Schnellspeicher nicht möglich ist. Das Quersummenbit darf dabei aber nicht verloren gehen.

Rechts vom Befehlsregister befindet sich das +1'-Addierwerk und dahinter das Befehlszählregister, dessen Operationsteil, Schnellspeicheradressenteil und Trommeladressenteil in drei Gruppen aufgeteilt sind. Die drei erwähnten Gruppen können damit unabhängig voneinander für spezielle Abläufe behandelt werden.

Unterhalb des Bedingungszeichenteiles in b befindet sich die Bedingungszeichenentschlüsselung mit dem zugeordneten Flip-Flop R0, das je nach seiner Stellung über erfüllte oder unerfüllte Bedingung entscheidet. Links von der Bedingungszeichenentschlüsselung ist noch diejenige für R1 angeordnet. R1 = Stop,  $\overline{R1}$  = Start. Unterhalb des Operationsteiles von b befinden sich noch die Flip-Flops W13, W5, Ssp. A0\* und Tr.A0\*. W13 steuert den Blocktransfer, W5 dient als Unterscheidung zur Entschlüsselung von P und Q bei einem bedingungsabhängigen E-Befehl.

Ssp.A0\*, sowie Tr.A0\* dient zum Öffnen und Schließen von Toren im Rechenwerk bei Einfach- und Doppeladressbefehlen, sowie für die Entschlüsselung von einigen Steuergrößen im Leitwerk. Links im Blatt 18001 ist die Erzeugung von W, W1, W2, W3 und W4 eingezeichnet. Die Erzeugung dieser Größen ist im Abschnitt "Worttransporte in der ZUSE Z 23" näher erläutert.

Zwischen b und r sind wiederum drei Rechtecke eingezeichnet, aus denen die Übernahme des Befehlsregisterinhaltes in das Steuerregister hervorgeht. Das Steuerregister ist als Flip-Flop-Reihe unterhalb der 3 vorerwähnten Rechtecke eingezeichnet. Unter dem Operationsteil des Steuerregisters sind die Entschlüsselungen für CK, LLR und UAS gezeigt. Wie sich die einzelnen Größen untereinander entschlüsseln, geht aus den Angaben an den Ausgängen der Entschlüsselungsschaltungen hervor. Rechts davon befinden sich die beiden Folge-Flip-

Flops G1 und G2, wobei G1 für die 2. Wortzeit eines G-Befehles ohne K, und G2 für eine solche mit K dient.

Der Schnellspeicheradressenteil von r ist mittels eines Sonderkreislaufes über ein besonderes +1'-Addierwerk mit dem Schnellspeicheradressenteil von c austauschbar ( $E3 \wedge Ps\ 11 - 18$ , bzw.  $E3 \wedge Ps\ 31 - 38$ ). Dieser Kreislauf wird nur während des linearen Schnellspeicherablaufes betrieben.

Die Entschlüsselung der Schnellspeicheradressen ist bei der ZUSE Z 23 ähnlich wie die Trommeladressenentschlüsselung. Die Entschlüsselung der Schnellspeicheradressen unterteilt sich in eine solche für die sogenannte Sonderadressen, ( $< 16$ ) und in eine Zeilen- und Spalten-Entschlüsselung, die außerdem noch zusätzlich durch den Wahlimpuls  $\overline{W1} \cdot 2 \wedge E3$  definiert wird. Außerdem wird noch die Grösse  $Ssp.A \geq 16$  erzeugt. Unterhalb des Sektoradressenteiles in r ist der Sektorzähler eingezeichnet, der ähnlich wie bei der Z 22 arbeitet. Unterhalb dieses Sektorzählers wird noch die Grösse E4 erzeugt. E5 beginnt mit Ps 41,5. E6 mit Ps 43. Diese Grössen dienen für die Steuerung des schnellen Trommelablaufes. Unterhalb des Steuerregisters bzw. der CK und LLR Entschlüsselung wird die Steuergrösse für den linearen Schnellspeicherablauf erzeugt (E1, E2 und E3).

Die einzelnen Funktionen werden in einem besonderen Abschnitt näher erläutert.



#### 2.4.1 Das Leitwerk

Das Leitwerk ist eine "Kommandozentrale", die der Maschine befiehlt, was ausgeführt werden soll. Ferner werden hier alle zur Durchführung der einzelnen Operationen erforderlichen Schaltgrößen erzeugt und passend in den Zeitplan der Maschine eingefügt. Die Schaltvorgänge erfolgen stets in der Totzeit, also vor oder nach dem Transportieren eines Speicher- bzw. Registerinhaltes. Das Leitwerk übernimmt weiterhin die Entschlüsselung der Befehle und der zugehörigen Adressen.

##### 2.4.1.1 Das Befehlsregister (b)

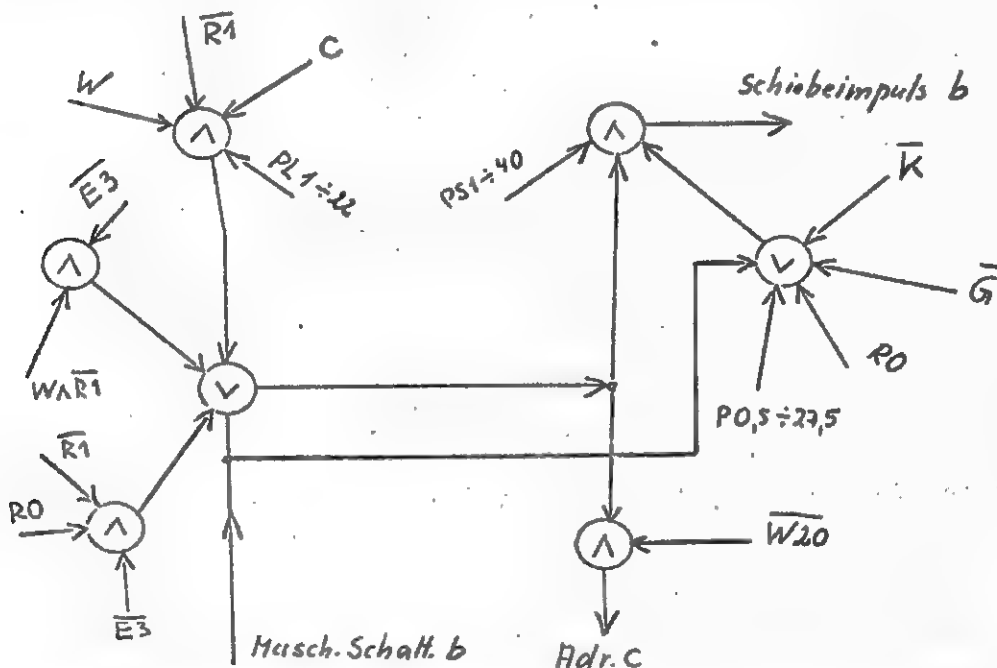
Das Befehlsregister besitzt 40 Stellen und hat die Aufgabe, die Befehle, die ausgeführt werden sollen, zu speichern und mit Hilfe des Steuerregisters auszuführen. Die Befehle werden in Serie, also Bit für Bit in das Befehlsregister hereingeschoben. Hierbei handelt es sich im allgemeinen um 2 Befehlsarten, nämlich E-Befehle (auch Rufbefehle genannt) und Arbeitsbefehle (vergleiche auch Programmieranleitung ZUSE Z 23). Es gibt insgesamt 3 Zuleitungen zum Befehlsregister. Diese kommen a) vom Rechenwerk, b) vom Befehlszählregister und c) vom +1'-Addierwerk. Diese 3 Zuleitungen laufen in der Disjunktion 1 (LW) zusammen, deren Ausgang auf den Eingang des Befehlsregisters gelangt. Während eines Programmablaufes dürfen nur Befehle nach b kommen. Allerdings können auch andere Speicherinhalte, z.B. Zahlen vom Bedienungspult aus nach b gebracht werden zwecks Inspektion.

Arbeitsbefehle kommen stets vom Rechenwerk, manchmal auch E-Befehle, die durch einen vorausgegangenen Rufbefehl aus einem Speicher nach b gelangen. Die Rufbefehle, die den normalen linearen Programmablauf steuern, kommen vom Befehls-

zählregister c. Die ankommende Information wird mit dem Schiebeimpuls PS 1 ÷ 40 übernommen und nach b hereingeschoben. Die Aufteilung des Befehlsregisters in Bedingungsteil, OP-Zeichen und Adressen ist aus der Abb. 5 ersichtlich.

#### 2.4.1.2 Schiebeimpuls

Der Schiebeimpuls unterliegt verschiedenen Bedingungen, die erfüllt sein müssen, wenn der Schiebeimpuls freigegeben werden soll. Nachstehende Abbildung zeigt das zugehörige logistische Schaltbild:



Der Schiebeimpuls wird in voller Länge (PS 1 ÷ 40) durchgelassen bei allen Normalbefehlen, wie A-, U-, AK-, UK-, E- und C-Befehlen etc. Dagegen erhalten wir bei einem GK-Befehl einen Schiebeimpuls von 1 ÷ 27 und bei einem C-Befehl innerhalb eines linearen Schnellspeicherablaufes ( $\overline{E3}$  ist nicht vorhanden) einen

solchen von 1 ÷ 22.

Nachfolgend sind für die einzelnen Befehle einige der möglichen Kombinationen für die Schiebeimpulsfreigabe angeführt.

1.  $\overline{E3} \wedge (W \wedge \overline{RT})$

Bei allen A-, U-, AK-, UK-, E- und C-Befehlen (auch solche für bestimmte logische Operationen), wobei das Vorhandensein von  $\overline{RO}$  erforderlich ist. Funktion und Bedeutung von RO bzw.  $\overline{RO}$  erfolgt im Abschnitt "Entschlüsselung der Bedingungszeichen".  $\overline{RO}$  bedeutet "Erfüllte Bedingung" und RO "Nicht erfüllte Bedingung". Zur Freigabe des Schiebeimpulses für die eben beschriebenen Befehle ist stets "Erfüllte Bedingung" notwendig.

2.  $\overline{E3} \wedge RO \wedge \overline{RT}$

Das gleiche wie unter 1., jedoch bei "Unerfüllter Bedingung".

3.  $W \wedge \overline{RT} \wedge C \wedge PL\ 1 \div 22$

Diese Kombination ist vorhanden bei einem C-Befehl innerhalb eines linearen Schnellspeicherablaufes. Der Schiebeimpuls muß für die Ausführung des C-Befehles für eine Wortzeit freigegeben werden, um die Konstante ins Rechenwerk zu bringen. Die Konstante kann bis zu 22 Stellen haben und wird aus dem Adressenteil des Befehlsregisters gebildet. Für den Transport werden also auch 22 Impulse benötigt. Bei einem linearen Ssp.-Ablauf wird bei allen anderen Befehlen der Schiebeimpuls abgeschaltet ( $\overline{E3}$  nicht vorhanden).

4.  $\overline{E3} \wedge (W \wedge \overline{RT}) \wedge \overline{G} \vee \overline{K}$   
 $\vee RO \vee PO,5 - 27,5$

Diese Kombination kommt in Betracht bei einem GK-Befehl. An der Konjunktion mit dem PS 1 ÷ 40 wird dieser mit dem PO,5 ÷ 27,5 überlagert und die Konjunktion liefert einen Schiebeimpuls von 1 ÷ 27. Mit diesem Impuls wird eine im Rechenwerk gebildete neue Schnellspeicheradresse bis in die Stellen 20 ÷ 27 (Ssp.-Adressenteil) des Befehlsregisters geschoben. Der PO,5 - 27,5 wird wirksam, da  $\overline{G}$ ,  $\overline{K}$  und RO jetzt negativ ist.

Für Prüfzwecke können alle vorerwähnten Kombinationen durch den Maschinenschalter "b" ersetzt werden, dessen positiver Ausgang die Konjunktion mit dem PS 1 ÷ 40 freigibt.

Um beim Herausschieben des Befehlsregisters den Weg nach dem Befehlszählregister C freizugeben, wird mit den Freigabekombinationen gleichzeitig die Adresse "C" gebildet und damit C ausgewählt.

Die Zusammenschaltung der einzelnen Freigabekombinationen sind aus dem log. Schaltbild ersichtlich.

#### 2.4.1.3 Löschung

Vor dem Einschreiben eines Befehles muß das Befehlsregister gelöscht werden, d.h., alle Flip-Flops in b, die gelöscht werden, werden in "0" gesetzt. Man unterscheidet zwei Arten der Löschung nämlich:

- a) Löschung " $W \wedge \overline{RT}$ "
- b) Löschung "b", die aber nur zusammen mit Löschung " $W \wedge \overline{RT}$ " erfolgen kann.

Außerdem finden noch einige weitere Löschungen statt, z.B. bei Befehlsübernahme und  $E3 \wedge PS\ 23$  (nur bei linearem Schnellspeicherablauf). Die beiden vorerwähnten Löscharten bewirken eine Totallöschung des Befehlsregisters. Eine Löschung des Trommeladressteiles von  $b$  wird ferner mit einem GK-Befehl ( $G2 \wedge PSO$ ) durchgeführt, wobei das OP-Zeichen "K" in  $L$  gesetzt wird, Konjunktionen 21 und 22 (LW).

Die beiden Löschungen " $W \wedge \overline{RT}$ " und " $b$ " werden an der Konjunktion 23 (LW) zusammengebracht.

Die Löschung erfolgt stets mit dem PSO, also eine Bitzeit vor Beginn des Schiebeimpulses. Die Löschung  $W \wedge \overline{RT}$  wirkt auf den Bedingungs- und Operationszeichenteil (ausgenommen K, G und V). Die letzteren 3 Zeichen werden nur in Verbindung mit der Löschung " $b$ " zurückgesetzt.

Die Löschung " $W \wedge \overline{RT}$ " wird erzeugt an der Konjunktion 24 (LW) und wirkt über die Disjunktion 25 (LW) auf die 0-Eingänge der Flip-Flops in  $b$ . Sie kommt bei allen Normalbefehlen in Betracht. Ausnahmen sind CK-Befehle, GK-Befehle (nur in der zweiten Wortzeit) und G-Befehle (siehe Beschreibung G-Befehle), sowie bedingungsabhängige E-Befehle, z.B.  $PEs+t$  und damit  $W5$ . Die bei diesen Ausnahmen auftretenden Größen sind an der Disjunktion 12 (LW) angegeben und erzeugen an Konjunktion 23 (LW) die Löschung " $b$ ".

Die Löschung " $b$ " wirkt auf den Schnellspeicheradressenteil von  $b$  sowie auf die Zeichen K, G und V. Die Auswirkungen bzw. Gründe für die Löschung der einzelnen Befehlsregister-teile sind aus den "Beschreibungen der wichtigsten Befehlsabläufe" ersichtlich.

Die Zuführung und Lage der Löschleitungen sind aus dem logistischem Schaltbild Nr. 18001 ersichtlich, und zwar am oberen Blattrand.

#### 2.4.1.4 Übernahme des Befehlsregisterinhaltes ins Steuerregister "r"

Nach dem Einschreiben eines Befehles in das Befehlsregister (PS 1 ÷ 40) erfolgt eine Bitzeit später (PS 41 bzw. 42) die Übernahme dieses Befehles in das Steuerregister. Übernommen werden der OP-Zeichenteil, Ssp.-Adressenteil und Trommeladressenteil. OP-Zeichen und Trommeladressen werden mit dem PS 41 übernommen.

Die Übernahme des Ssp.-Adressenteiles geschieht erst mit dem PS 42, da zur Zeit 41 noch diejenige Schnellspeicherzelle ausgewählt ist, deren Inhalt zur vorhergegangenen Befehlsausführung herangezogen wurde (siehe Impulsplan Z 23).

Die Übernahme von b nach r bei gewissen speziellen Befehlen bzw. Abläufen findet nur teilweise statt. Bei einem G-Befehl werden die OP-Zeichen in der 2. Wortzeit nicht nach r übernommen ( $PS\ 41 \wedge \overline{G1} \wedge \overline{G2}$ ) an Konjunktion 16 (LW), und bei einem schnellen Trommelablauf kommen keine Trommeladressen nach r ( $PS\ 41 \wedge \overline{E4}$ ) an Konjunktion 26 (LW).

Die zwischen dem Befehlsregister und Steuerregister eingezeichneten 3 Rechtecke enthalten die Angaben über die Übernahme von b nach r.

#### 2.4.1.5 Das +1'-Addierwerk

Das +1'-Addierwerk besorgt die Erhöhung der Trommel- bzw. Schnellspeicheradresse um 1' und steuert so den linearen Programmablauf. Es addiert also eine 1' entweder zur Trommeladressenstelle 1 oder zur Schnellspeicheradressenstelle 1. Es ist zwischen b und c angeordnet.

Hierbei unterscheidet man folgende Zustände bei der Addition:

a) 

.	.	.	8	4	2	1
---	---	---	---	---	---	---

 Trommeladressen in b

$$\begin{array}{r} \langle b \rangle = \text{z.B.} \quad L \quad L \quad 0 \quad 0 \quad (12) \\ + \quad \quad \quad L \quad (1) \\ \hline \text{Ergebnis:} \quad L \quad L \quad 0 \quad L \quad (13) \longrightarrow c \end{array}$$

Beim vorliegenden Beispiel geht also in der untersten Stelle eine L nach c. Der gleiche Vorgang findet auch bei der Addition einer L zur untersten Stelle des Schnellspeicheradressteiles statt.

b)  $\langle b \rangle$  (die unteren 4 Stellen) =  $\begin{array}{r} L \quad L \quad 0 \quad L \quad (13) \\ \quad \quad L \quad L \quad (1) \\ \hline L \quad L \quad L \quad 0 \quad (14) \longrightarrow c \end{array}$

Es geht eine 0 in den Schnellspeicher c.

Beim Beispiel b) ist zu beachten, daß jetzt ein Übertrag in die zweitunterste Stelle stattfindet.

Nachfolgend ist nun die Funktion des +1'-Addierwerks beschrieben:

In der untersten Stelle in b steht eine 0. Die Konjunktion 11 (LW) ist nicht erfüllt und der negative Ausgang geht über die Disjunktion 28 und 27 (LW) auf die Konjunktion 29 (LW).

Konjunktion 5 (LW) ist nicht erfüllt, Negator 6 (LW) liefert einen positiven Ausgang, wodurch Konjunktion 7 (LW) zur Zeit PL 0,5 erfüllt ist. Dieser Impuls gelangt nun über die Disjunktion 27 (LW) auf die Konjunktion 29 (LW). Der zweite Eingang dieser Konjunktion ist positiv, da ja wegen der nicht erfüllten Konjunktion 30 (LW), (0. in Stelle 1 von b!) der nachgeschaltete Negator ein positives Signal liefert. Konjunktion 29 (LW) ist also erfüllt und es geht eine L (1) in das Befehlsschlüsselregister. Damit ist der Vorgang im Beispiel a) erfüllt.

Beim Beispiel b) steht in der Stelle 1 in b eine L. Die Konjunktion 11 (LW) ist jetzt erfüllt und der positive Ausgang wirkt über Disjunktion 27 (LW) auf Konjunktion 29 (LW). Gleichzeitig geht die ankommende L aber auch auf Konjunktion 30 (LW), wodurch diese mit dem über Disjunktion 31 (LW) kommenden PL 0,5 erfüllt wird und so Ü11 und Ü12 in L setzt (Speicherung des Übertrages). Der Ausgang des Negators vor Ü11 ist jetzt negativ und Konjunktion 29 (LW) damit nicht erfüllt. Es geht also als 1. Stelle eine 0 nach c. Als 2. Stelle kommt aus b jetzt eine 0. Damit ist Konjunktion 30 nicht erfüllt und der Negator liefert ein positives Ausgangssignal auf Konjunktion 29 (LW). Der Ausgang von Ü12 ist noch positiv und erfüllt über Disjunktion 27 die Konjunktion 29 (LW). Es geht jetzt eine L nach c. Damit wurde jetzt  $L + L = 10$  ausgeführt. Die dualstellenweise Addition ist im Beispiel b) eindeutig ersichtlich.

Soll eine Schnellspeicheradresse um 1' erhöht werden (z.B. Ek 100), dann ist Konjunktion 5 (LW) erfüllt. Der positive Ausgang geht auf Konjunktion 8 (LW) und läßt dort den PL 13,5 hindurch. Mit diesem Impuls wird jetzt eine L zur untersten Schnellspeicheradressenstelle addiert, die zur Zeit 13 das +1'-Addierwerk passiert. Die Konjunktion 7 (LW) ist nicht erfüllt, da der Negator 6 einen negativen Ausgang liefert.



Bei einem Blocktransfer-Befehl sollen Schnellspeicher- und Trommeladresse um 1' erhöht werden, z.B. BV 100+3000. Mit diesem Befehl ist Konjunktion 5 (LW) nicht erfüllt und damit Konjunktion 7 (LW) erfüllt. An Konjunktion 8 (LW) ist jetzt die Kombination  $W13 \wedge W1 \wedge \overline{Ssp.Adr.0^*}$  positiv und gibt damit den PL 13,5 frei. Damit werden sowohl Ssp.-Adressen als auch Trommeladresse um 1' erhöht.

#### 2.4.1.6 Befehlszählregister C

Dieses Register dient zur Aufnahme von E-Befehlen, deren Adresse um +1' erhöht vom +1'-Addierwerk kommt. Von 0 aus werden dann die E-Befehle während der Ausführung der zugehörigen Arbeitsbefehle wieder im Befehlsregister bereitgestellt. Während bestimmter Abläufe können Ssp.-Adressen und Trommeladressenstellen gegen diejenigen des Steuerregisters ausgetauscht werden (linearer Schnellspeicherablauf und schneller Trommelablauf). Das Befehlszählregister besitzt einen Ausgang zum Schnellspeicher 5 (Konjunktion 10 (LW)). Über diesen Weg gelangt eine Rückkehradresse von C nach Ssp.5.

Steuerimpuls für das Befehlszählregister ist der PS 1 ÷ 40. Im Befehlszählregister wird nicht geschoben bei G-Befehlen (1. Wortzeit), Wiederholungsbefehlen, Block-Transfer und bei linearem Schnellspeicherablauf. Im letzteren Fall wird allerdings der Schnellspeicheradressenteil gegen denjenigen des Steuerregisters ausgetauscht. Vergleiche auch Konjunktion 32 (LW).

#### 2.4.1.7 Entschlüsselung des Steuerregister-Inhaltes

Wie schon erwähnt, wird der Inhalt des Befehlsregisters am Ende der Wortzeit (PS 41 bzw. PS 42) parallel ins Steuerregister übernommen. Von dort aus erfolgt eine Entschlüsselung des OP-Zeichenteiles sowie der Schnellspeicher- und Trommeladressen.

#### 2.4.1.8 Entschlüsselung der OP-Zeichen

Im OP-Zeichenteil werden einige Symbole gemeinsam entschlüsselt. Dies ist vorteilhaft für die Erhöhung der Zeichenvielfalt. Gemeinsam entschlüsselt werden:

C  $\wedge$  K : bzw. deren Negationen  
LL  $\wedge$  R : bzw. deren Negationen  
U  $\wedge$  A  $\wedge$  S : bzw. deren Negationen

Die am Ausgang der Entschlüssler angegebenen Grössen erhalten den Index 0, z.B. E<sub>0</sub>, A<sub>0</sub> usw. Weiterhin gibt es noch den Index "\*", mit dem Grössen, die direkt aus dem Befehlsregister entschlüsselt werden, gekennzeichnet sind.

E\* bedeutet: E aus b entschlüsselt  
E<sub>0</sub> bedeutet: E aus r entschlüsselt

Die Entschlüsselung aus b bzw. aus r erfolgt zeitlich verschieden

E\* Entschlüsselung zur Zeit 40  
E<sub>0</sub> Entschlüsselung zur Zeit 41

(Vergleiche auch Übernahme  $b \longrightarrow r$ ).

Wie die einzelnen Zeichen miteinander verschlüsselt bzw. kombiniert sind, ist aus dem Schaltbild 18001 ersichtlich.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß die Adressenentschlüsselung im Befehlsregister von derjenigen für die OP-Zeichen etwas abweicht. So wird z.B. die Grösse Ssp.AO einmal direkt aus den Flip-Flops in b und zum anderen mit Hilfe eines Schalt-Flip-Flops, das mit dem PS 41,5 gesteuert wird, entschlüsselt. Die jetzt entstandene Grösse heisst Ssp.AO\*, die Grösse, die direkt aus den Flip-Flops in b kommt, heisst Ssp.AO\*\*.

Ssp.AO\*\* Entschlüsselung zur Zeit 40  
Ssp.AO\* Entschlüsselung zur Zeit 41,5

Die Grösse Tr.AO\* entsteht aus der Abfrage der Nullstellung der Trommeladressen-Flip-Flops mit dem PS 42 über das FF Tr.AO\*, Konjunktion 33 (LW).

Tr.AO\* Entschlüsselung zur Zeit 42.

#### 2.4.1.9 Entschlüsselung der Schnellspeicheradressen

Mit dem aus 8 Dualstellen bestehenden Schnellspeicheradressenteil in r können 256 Schnellspeicheradressen angewählt werden. Davon werden 240 allgemeine Schnellspeicheradressen und 16 Sonderadressen ausgewählt. Dementsprechend teilt man die Entschlüsselung in 2 Teile auf, nämlich in

Ssp. A  $\geq$  16, und  
Ssp. A  $<$  16



Die Zahl, welche die angewählte Zeile angibt, erhält einen Strich zur Kennzeichnung.

angenommen, es sei die Schnellspeicheradresse 105 angewählt. Im Ssp.-Adressenteil von r steht dann folgende Dualzahl:

128	64	32	16	8	4	2	1
0 <sup>8'</sup>	1 <sup>4'</sup>	1 <sup>2'</sup>	0 <sup>1'</sup>	L	0	0	L
Zeilen				Spalten			

Es wird jetzt die Spalte 9 und die Zeile 6' angewählt. Damit ergibt sich in der Schemazeichnung die Lage der angewählten Adresse, die mit x gekennzeichnet ist.

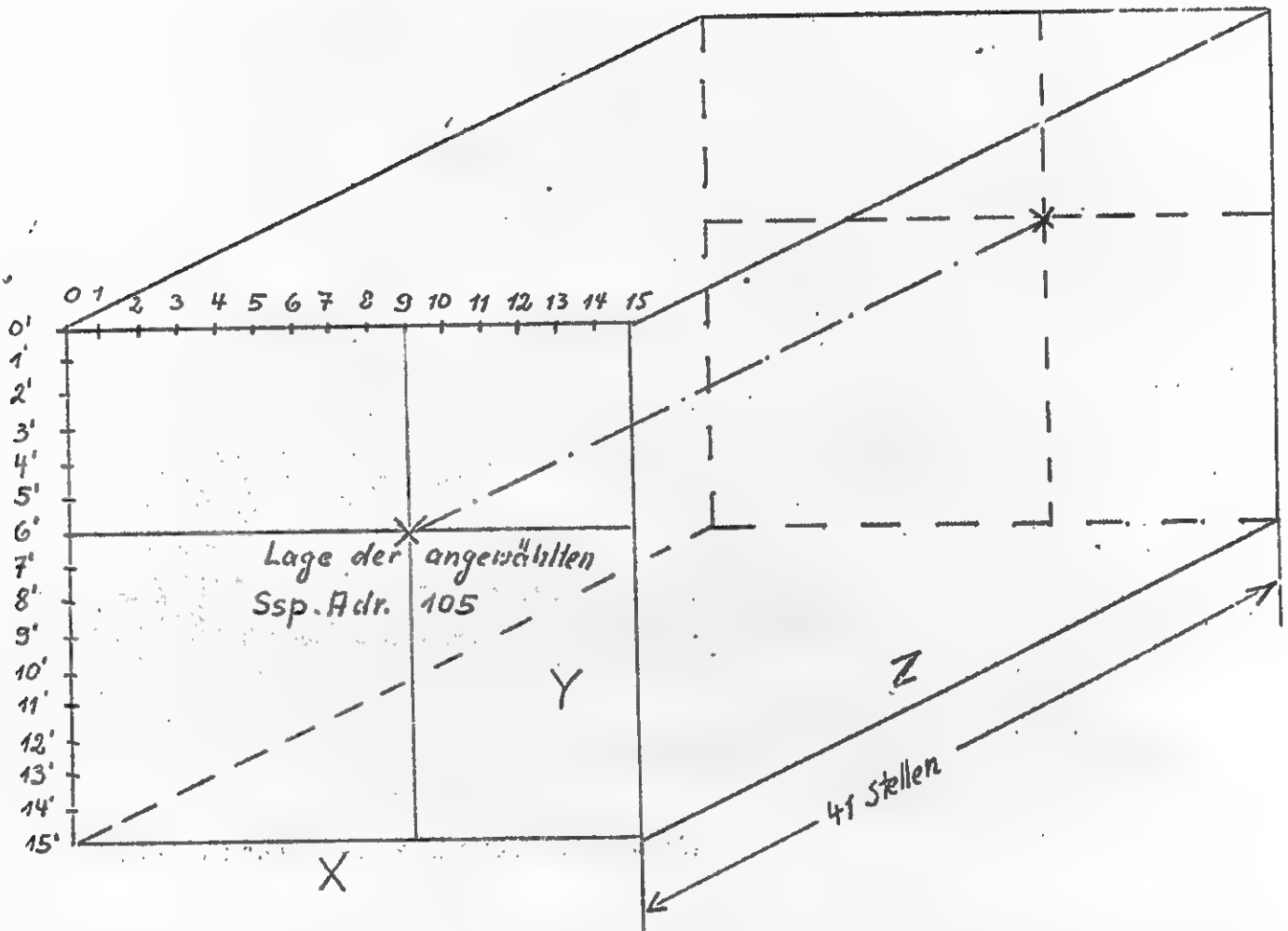
Die Sonderadressen werden nur durch Spalten spezifiziert, da der Adressenbereich in der Zeile 0' liegt. Z.B.

- 0'4 = Akkumulator
- 0'5 = Rückkehradressenspeicher
- 0'15 = Ein- und Ausgabegeräte

usw.

Ferner wird mit Rücksicht auf den Zeitplan die Adressenanwahl erst mit dem Wahlimpuls  $\overline{1v} \cdot (W12 \wedge E3)$  auf den Kernspeicher freigegeben.

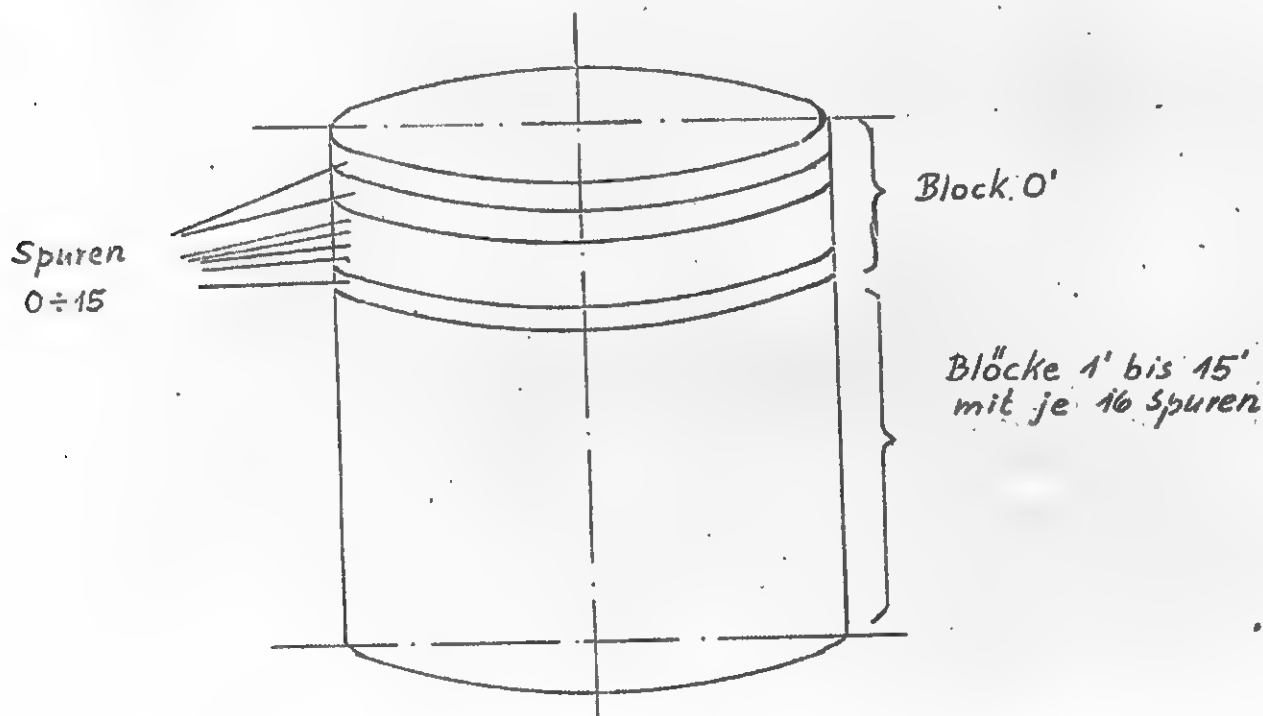
Die nachfolgende Abbildung zeigt noch einmal das Prinzip der Kernspeicheranordnung.



Wie die vorstehende Abbildung zeigt, wird die Adresse mit Hilfe der Koordinaten X und Y spezifiziert, während die Richtung Z die Wortlänge des angewählten Schnellspeichers angibt. Die Zeichnung dient nur zur Erläuterung des Prinzipes, technisch ist der Kernspeicher anders aufgebaut.

#### 2.4.1.10 Entschlüsselung der Trommeladressen

Die Trommeladressen im Steuerregister sind in 3 Gruppen aufgeteilt. Gruppe 1 umfaßt die sogenannten Sektoradressen und hat 5 Dualstellen, die Gruppen 2 und 3 bestehen aus je 4 Dualstellen, die ähnlich wie die Schnellspeicheradressen in Zeilen und Spalten aufgeschlüsselt werden. Es werden also ebenfalls 256 Adressen entschlüsselt, die aber auf der Trommel nicht die Speicherzellen anwählen, sondern die Spur, auf der sich die gewünschte Zelle befindet. Nachstehende Abbildung zeigt das Trommelanwahlprinzip.



Die Zeilenanwahl bewirkt die Auswahl eines Blockes (0' - 15') und die Spaltenanwahl bestimmt die im Block gewünschte Spur. Innerhalb eines jeden Blockes sind 16 Spuren vorhanden, so daß insgesamt auf der Trommel  $16 \times 16 = 256$  Spuren angewählt werden können (vergleiche auch Entschlüsselungsschema der Schnellspeicheradressen, Seite 91). Auf jeder Trommelspur befinden sich 32 Speicherzellen, auch Sektoren genannt.

Jeder Sektor enthält eine Trommelspeicherzelle, sodaß also auf der Trommel insgesamt  $256 \times 32 = 8192$  Speicherzellen vorhanden sind.

Neben der Spurwahl ist für die Anwahl einer Trommelzelle noch die Bestimmung des gewünschten Sektors innerhalb der Spur erforderlich. Dies geschieht durch den Sektoradressenteil und dem Sektorzähler, der im folgenden Abschnitt beschrieben ist.

Unterhalb der Trommelzeilen-Entschlüsselung im Schaltbild 13001 ist eine Schalterreihe eingezeichnet, die die sog. Schreibsperrre darstellt. Mit diesen Schaltern können Blöcke, auf denen wichtige und oft benötigte Programme (z.B. Grundprogramme) gespeichert sind, vor versehentlichem Überschreiben geschützt werden.

Angenommen, es sei die Zeile 0' angewählt und der Schalter S0 nicht geschlossen. Konjunktion 33 (LW) ist nicht erfüllt, wodurch das FF "BF" (Block-Freigabe) mit dem PS 42 nicht in L gesetzt werden kann. Der negative L-Ausgang geht über die nachfolgende Disjunktion 34 (LW) auf einen Negator, dessen nun positiver Ausgang mit dem PS 43 die Grösse Block-Freigabe-Stop erzeugt. Dieses Signal stoppt also die Maschine, wenn eine Adresse beschrieben werden soll, die innerhalb eines gesperrten Blockes liegt. Die vor dem Negator negative "Blockfreigabe" verhindert außerdem die Bildung des Worttransportes (siehe Worttransportbeschreibung).

Ist der Block dagegen zum Beschreiben freigegeben (Schalter S0 geschlossen), dann wird FF "BF" in L gesetzt, der positive Ausgang "Blockfreigabe" ermöglicht die Worttransportbildung und verhindert wegen dem Negator das Auftreten des Blockfreigabe-Stops.



#### 4.1.11 Sektorzähler bzw. Sektoradressenteil in r

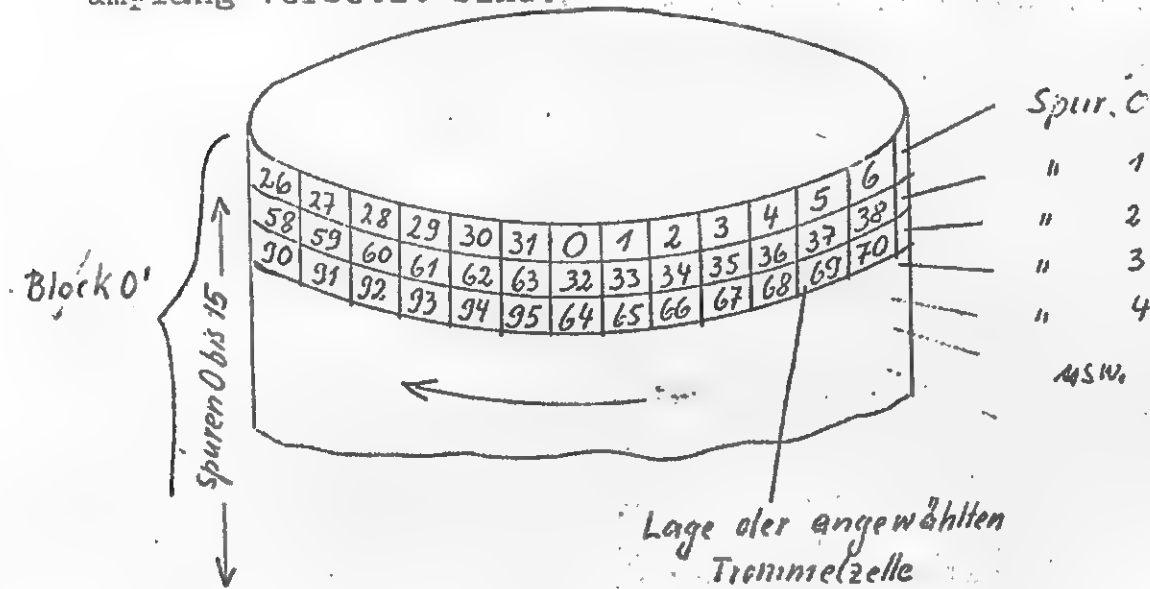
Wie im vorhergehenden Abschnitt schon erwähnt, wird eine gewünschte Trommelspeicherzelle neben der Spurwahl noch durch die Sektorwahl bestimmt. Hierfür dient der Sektoradressenteil in r sowie der Sektorzähler. Die Dualzahl im Sektoradressenteil, von einer aus b übernommenen Trommeladresse stammend, wird während jeder Wortzeit mit dem jeweiligen Stand des Sektorzählers verglichen. Bei Übereinstimmung der Registerinhalte wird mit Hilfe einer sogenannten Disvalenzschaltung die Grösse "Sektorwelle" erzeugt, die ihrerseits den Worttransport für das Lesen oder Beschreiben einer Trommeladresse freigibt. Dieser Vorgang ist nachfolgend genauer beschrieben:

Der Sektoradressenteil in r besitzt 5 Dualstellen. Dies erlaubt die Darstellung von 32 verschiedenen Kombinationen, welche die 32 Zellen auf einer Trommelspur bestimmen. Steht nun im Trommeladressenteil von r z.B. die Adresse 69, dann ist die Spur 0'2 angewählt.

4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	4	3	2	1
	4'	2'	1'	8	4	2	1					
0	0	0	0	0	0	L	0	0	0	L	0	L
Zeilen				Spalten				Sektor-Adressen				

Wie aus der vorstehenden Abbildung ersichtlich ist, wird die Speicherzelle 5 auf der Spur Nr. 2, die sich im Block 0' befindet, angewählt. Die Zelle 5 wird im Sektoradressenteil angegeben.

Dies ist in der folgenden Prinzip-Skizze noch einmal veranschaulicht. Diese Skizze dient nur zur Erläuterung der Auswahl der gewünschten Trommelzelle. In Wirklichkeit sind die Sektoren 0, 32, 64 usw. nicht untereinander angeordnet, da die 256 Trommelköpfe auf 8 Leisten verteilt sind, die um  $45^\circ$  auf dem Trommelumfang versetzt sind.



Die in der Skizze angegebene Zelle wird, wie schon erwähnt, durch Vergleich mit dem Sektorzählerstand ausgewählt. Die auf einer Spur vorhandenen Sektoren (Trommelzellen), entsprechen je einer Wortzeit und im Sektorzähler wird pro Wortzeit um 1 weitergezählt. Zählimpuls ist der PS 2. Vom Zählerstand 0 ausgehend wird folgendermaßen gezählt:

Stellung des Sektorzählers	Duale 5 im Sektoradressenteil v. 1
0 0 0 0 0 0	0 0 L O L keine Übereinstimmung
1 0 0 0 0 L	0 0 L O L " "
2 0 0 0 L 0	0 0 L O L " "
3 0 0 0 L L	0 0 L O L " "
4 0 0 L 0 0	0 0 L O L " "
5 0 0 L 0 L	0 0 L O L { Übereinstimmung und Freigabe des Worttransportes
6 0 0 L L 0	0 0 L O L {
usw.	usw. keine Übereinstimmung

Da der Sektorzähler als duales Zählregister aufgebaut ist und pro Wortzeit um 1 weiterzählt, kommen also während einer Trommelumdrehung alle 32 möglichen Kombinationen einmal vor. Der Worttransport wird im vorliegenden Beispiel erst nach der 6. Wortzeit (vom Sektorzählerstand 0 ausgehend) freigegeben, d.h. während einer Trommelumdrehung wird nur eine Wortzeit ausgenutzt. Während der übrigen Wortzeiten geschieht in der Maschine nichts. Da die Trommeldrehzahl 100 U/sek. ist, benötigt die Maschine pro Befehlsausführung eine Zugriffszeit von 10 ms. Durch geeignete Programmierung und Ausnutzung der Einrichtung für schnellen Trommelablauf kann diese Zugriffszeit erheblich verkürzt werden. Im Mittel beträgt diese im allgemeinen 5 ms.

Besteht nun Übereinstimmung zwischen dem Sektoradressenteil und dem Sektorzähler, dann liefert die zwischen beiden Registern angeordnete Disvalenzschaltung ein negatives Ausgangssignal. Der PS 42 an der Konjunktion 34 (LW) setzt das FF "Sektor" nicht in 0, d.h. die L-Stellung mit dem PS 41 wird aufrechterhalten. Der L-Ausgang des Flip-Flops erhält die Bezeichnung "Sektorwelle", die dann den Worttransport steuert. (Siehe Worttransportbeschreibung).

Unterhalb des Sektor-Zählers befindet sich das FF "D7", das in Abhängigkeit vom Sektorzähler die P-Kette synchronisiert. Es wird während des Überganges vom Sektor 31 nach Sektor 0 (PS 2) in L gesetzt. Der eine Wortzeit später eintreffende EJo setzt D 7 zurück in 0. Es steht also eine Wortzeit in L und während der übrigen 31 Wortzeiten in 0. FF D7 hat noch eine andere Bedeutung für die Umschaltung von einer Trommelspur auf die nächste beim Schreiben. Dies ist ebenfalls in der Worttransportbeschreibung näher beschrieben.

#### 2.4.1.12 Eingang des Befehlsregisters

Wie schon eingangs erwähnt, können Informationen auf verschiedenen Wegen ins Befehlsregister gelangen. Der Inhalt des Befehlszählregisters kommt z.B. nur dann nach b, wenn im Steuerregister kein E-Befehl steht ( $E_0 \wedge W_1$  an Konjunktion 4, LW). Konjunktion 35 (LW) ist nur geöffnet, wenn wegen einer unerfüllten Bedingung der in r stehende Befehl nicht ausgeführt wird und deshalb der nächste E-Befehl nach b kommen muß, ( $R_0 \wedge \overline{R_1} \wedge \overline{W_2}$  an Konjunktion 35 LW). Bei Blocktransfer kommt der Ausgang des +1'-Addierwerkes auf den Eingang von b ( $W_{13} \wedge W_1$  an Konjunktion 36 LW) und bei Wiederholungsbefehlen geht der Ausgang des +1'-Addierwerkes über Konjunktion 37 (LW) auf den Eingang von b. Bei Speicherbefehlen für den Betrieb mit einem Magnetband geht der von +1'-Addierwerk kommende Befehl über Konjunktion 38 (LW) auf den Eingang von b.

#### 2.4.1.13 Start-Stop-Weiter

Die beiden ersten Stellen im Befehlsregister zeigen an, ob die Maschine im Start- oder Stopzustand steht. Die Stellung

L 0 bedeutet Start und  
0 L " " Stop

Ferner können noch die Stellungen LL oder OO auftreten, wodurch angezeigt wird ob sich eine Zahl (LL = neg. Zahl, OO = pos. Zahl) in b befindet. In diesem Fall wird die Maschine sofort angehalten, wenn die Taste "Bedingter Stop" gedrückt ist. Die Stellung LO definiert außerdem das sogenannte Befehlsbit, das bei allen Befehlsworten in den ersten beiden Stellen vorhanden sein muß.

Die Größe "Stop" kann unter verschiedenen Bedingungen auftreten, die nachfolgend aufgeführt sind:

1.) Stop durch Tastendruck

Das von der Stop-Taste kommende pos. Signal wird an der Konjunktion 39 (LW) mit dem PS 42 überlagert, der über die Disjunktion 40 (LW) in den ersten beiden Stellen die Kombination OL erzeugt (Lampenanzeige). Der Ausgang dieser Disjunktion geht außerdem über Disjunktion 41 (LW) auf den L-Eingang des FF "R1".

R1 = Stop

$\overline{RT}$  = Start

Alle an der Disjunktion 40 (LW) ankommenden Stop-Signale wirken auf die Lampenanzeige sowie auf das FF R1 in der gleichen Weise. Solche Stop-Signale sind:

- 2.) Stop nach Ausführung eines "Weiter"-Schrittes (Konj.42,LW)
- 3.) Stop nach Befehlsübernahme (Konj. 43, LW)
- 4.) Stop bei Trommelalarm (Konjunktion 45, LW)
- 5.) Stop bei Adressen-Stop (Konjunktion 44, LW), siehe Beschreibung Adressen-Stop
- 6.) Stop bei Kernspeicheralarm (Konjunktion 46, LW)
- 7.) Stop von der Blockfreigabe, (Disjunktion 40, LW) und
- 8.) Stop bei Auftreten von  $W13 \wedge K \wedge PS 43$  (Konjunktion 47,LW)

Das Zustandekommen der letzten Stop-Größe ist in der Worttransportbeschreibung noch näher erläutert.

Außer den oben beschriebenen Stops gibt es noch andere, die erst nach einer Entschlüsselung der beiden ersten Stellen in b ausgelöst werden. Diese Entschlüsselung ist unter den ersten beiden Befehlsregister-Stellen eingezeichnet.

Der Ausgang "OL" ist bei Stop positiv. In der nachfolgenden Konjunktion 48 (LW) wird darüber entschieden, ob in Verbindung mit einem unter Bedingung stehenden Befehl gestoppt werden soll. Der Stop kann hierbei nur bei erfüllter Bedingung erfolgen. Die Größe "Unerfüllte Bedingung" rechts vom Negator 49 (LW) ist negativ, wenn erfüllte Bedingung vorliegt, sodaß die Konjunktion 48 (LW) mit PS 42,5  $\wedge$  OL erfüllt ist. Es wird also mit dem PS 42,5 das FF R1 in L (Stop) gesetzt. Bei unerfüllter Bedingung ist die Konjunktion 48 nicht erfüllt und es wird auch nicht gestoppt.

An der Konjunktion 50 (LW) wird der Stop-Impuls durchgelassen, wenn anstelle eines Befehles eine Zahl nach b kommt und wenn die Taste "Bedingt.Stop" gedrückt ist. Das Zahlenvorzeichen LL oder OO liefert an der Disjunktion 51 (LW) einen positiven Ausgang, der die Konjunktion 50 (LW) freigibt und R1 in L setzt.

"Start" wird durch die Größe  $\overline{RT}$  dargestellt. Die Kombinationen Start Rel.  $\wedge \overline{DT} \wedge$  PS 41 an Konjunktion 52 (LW) setzt die beiden ersten Stellen von b in die Stellung IO. Die Kombination IO im Entschlüssler liefert einen positiven Ausgang, der an Konjunktion 53 (LW) mit dem für den auszuführenden Befehl erforderlichen Worttransport und mit dem PS 42,5 das FF R1 in den 0-Zustand (Start) setzt. Es wird also zur Zeit 42,5 gestartet und auch zur Zeit 42,5 gestoppt. Dies gilt nur für das Starten mit anschließendem Stop vom Programm her.

Mit Hilfe der Taste "Weiter" kann die Maschine veranlaßt werden, nur einen einzigen Befehl, der gerade in r steht, auszuführen. Am Anfang der betreffenden Wortzeit wird  $\overline{RT}$  und am Ende der Wortzeit R1 gebildet. Dies geschieht in folgender Weise: Zunächst sei kurz auf die Funktion des FF "D1" eingegangen. D1 wird auch als Folge-Flip-Flop von R1 bezeichnet und hat die Aufgabe, einmal die Doppelwirkung der Start-Taste bei bereits im Startzustand befindlicher Maschine zu verhindern

(Konjunktion 52, LW mit  $PS\ 41 \wedge \overline{DT} \wedge \text{Start-Rel.}$ ), und zum anderen nur eine einzige Befehlsausführung zu gewährleisten, wenn die "Weiter"-Taste gedrückt wird.

D1 wird sofort nach Vorhandensein von  $\overline{RT}$  mit dem PS 44 in L gesetzt. Bei Start steht D1 also in L. An Konjunktion 52 (LW) ist ersichtlich, daß jetzt ein erneutes Drücken der Starttaste wegen dem negativen  $\overline{DT}$  ohne Einfluß bleibt.

Wird R1 in L (Stop) gesetzt, dann wird über Konjunktion 54 (LW) D1 nach 0 gesetzt. Es kann jetzt wieder gestartet werden ( $\overline{DT}$  positiv!). Zum Auslösen des "Weiter"-Schrittes wird die Konjunktion 56 (LW) mit  $we \wedge \overline{DT} \wedge (\overline{W5} \wedge PS\ 43)$  erfüllt und R1 zur Zeit 43 nach 0 (Start) gesetzt. Da kurze Zeit später, wie oben erwähnt, auch D1 in L steht, kann an Konjunktion 56 (LW), die wegen dem negativen  $\overline{DT}$  gesperrt ist, kein erneuter PS 43 wirksam werden, d.h. es kann nur eine einzige Wortzeit ausgeführt werden. Die beim Drücken der Weitertaste auftretende Größe "we" geht ferner in die Konjunktion 42 (LW) ein, wodurch die Maschine zur nächsten Zeit 42 wieder gestoppt wird.

#### 2.4.1.14 Trommeladressen-Stop

Der Adressen-Stop bietet die Möglichkeit, die Maschine an jeder beliebigen Trommeladresse innerhalb eines laufenden Programmes oder auch zu Prüfzwecken anzuhalten, wenn die betreffende Adresse vorher auf einer besonders für diesen Zweck auf dem Bedienungspult vorgesehenen Tastatur eingetastet wurde. Der Vergleich zwischen der Tastatur und dem Trommeladressenteil in r geschieht in der gleichen Weise wie beim Sektorzähler bzw. Sektoradressenteil in r.

Besteht Übereinstimmung beider Register, dann wird mit Hilfe einer Disvalenzschaltung die Konjunktion 57 (LW) gesperrt. Damit bleibt das FF "Adr.Stop", das mit dem PS 41 nach L gesetzt wurde, in diesem Zustand stehen und über die Konjunktion 44 (LW) wird der Stop eingeleitet. Bei Nichtübereinstimmung wird FF "Adr.Stop" mit dem PS 42 wieder nach 0 gesetzt, da die Disvalenzschaltung in diesem Falle einen positiven Ausgang liefert. Der Trommeladressenstop ist links unterhalb des Sektorzählers eingezeichnet.

#### 2.4.1.15 Entschlüsselung der Bedingungszeichen

Die mit einem Befehl gegebenen Bedingungen werden nicht im Steuerregister übernommen. Dieses besitzt keinen Bedingungszeichenteil. Die Entschlüsselung wird in einer besonderen Schaltung durchgeführt, die unterhalb der Bedingungszeichen in b eingezeichnet ist. In diesem Trapez ist gezeigt, wie die einzelnen Bedingungszeichen entschlüsselt werden. Die Bedeutungen der Bedingungszeichen sind in der Programmierungsanleitung ZUSE Z 23 näher erläutert.

Die Ausgänge des Entschlüsslers werden mit den Ausgängen der Test-Flip-Flops im Rechenwerk verglichen, wodurch entschieden wird, ob eine gegebene Bedingung erfüllt ist oder nicht. Es kann allgemein gesagt werden, daß die sogenannten Testkonjunktionen, also diejenigen, auf die die Ausgänge der Test-FF gehen, nicht erfüllt sein dürfen, wenn eine gegebene Bedingung im Befehl erfüllt sein soll. Die Ausgänge der Testkonjunktionen gehen auf eine Sammeldisjunktion und von da aus auf eine Konjunktion, die mit dem PS 42,5 abgefragt wird. Bei erfüllter Bedingung ist diese Konjunktion nicht erfüllt, was zur Folge hat, daß das FF "RO" im 0-Zustand stehen bleibt.



Damit ist die Größe  $\overline{RO}$  positiv. Das Fl<sup>n</sup>"RO" entscheidet also letzten Endes, ob eine Bedingung erfüllt ist oder nicht.

$RO$  = Unerfüllte Bedingung  
 $\overline{RO}$  = Erfüllte Bedingung

Prinzipiell gilt dies für die Entschlüsselung aller Bedingungszeichen. Es folgt nachstehend eine Aufstellung der für den Bedingungszeichentest verwendeten Test-Flip-Flop-Ausgänge.

$T_2$  positiv, wenn  $\langle 2 \rangle < 0$   
 $\overline{T_2}$  positiv, wenn  $\langle 2 \rangle \geq 0$   
 $T_3$  positiv, wenn  $\langle 3 \rangle_{40} = 1$   
 $T_4$  positiv, wenn  $\langle a \rangle < 0$   
 $\overline{T_4}$  positiv, wenn  $\langle a \rangle \geq 0$   
 $\overline{T_{40}}$  negativ, wenn  $\langle a \rangle = 0$   
 $\overline{T_{40}}$  positiv, wenn  $\langle a \rangle \neq 0$   
 $\overline{T_{412}}$  negativ, wenn  $\langle a \rangle$  1. u. 2. Stelle  $\neq$   
 $T_S$  positiv, wenn  $\langle s \rangle < 0$   
 $\overline{T_S}$  positiv, wenn  $\langle s \rangle \geq 0$

Zur Übung sei noch ein kleines Beispiel für den Bedingungszeichentest gegeben.

Angenommen, in b stehe der Befehl PPQQA 15+0. Es soll also nur dann ein Zeichen vom Ferranti-Abtaster gelesen werden, wenn der Inhalt des Akkus = 0 ist.

Am Entschlüssler ist der Ausgang  $PPQQ \wedge (\overline{P} \vee \overline{Q})$  positiv. Dieses Signal geht auf die Konjunktion 58 (LW) und wird dort mit der Testgröße  $\overline{T_{40}}$  abgefragt. Wie aus der vorstehenden Aufstellung ersichtlich, ist die Testgröße bei erfüllter Bedingung ( $\langle a \rangle = 0$ ) negativ. Also ist Konjunktion 58 (LW) nicht erfüllt.

Der negative Ausgang geht über die Sammeldisjunktion 59 (RW) und von da auf die Konjunktion 60 (LW), die jetzt ebenfalls nicht erfüllt ist. RO kann jetzt nicht in L gesetzt werden, es ist  $\overline{RO}$  vorhanden und der Worttransport wird freigegeben.

Bei nicht erfüllter Bedingung wäre die Konjunktion 58 (LW) erfüllt, der pos. Ausgang geht über Disjunktion 59 (LW) auf Konjunktion 60 (LW) und mit dem PS 42,5 würde RO in L gesetzt.

Damit wird der Worttransport für den gerade anstehenden Arbeitsbefehl gesperrt und gleichzeitig der nächste E-Befehl von c nach b geholt.

Einige Kombinationen aus der Bedingungszeichenentschlüsselung werden für die Erzeugung bestimmter Worttransporte benötigt, die im folgenden Abschnitt "Worttransporte in der ZUSE Z 23" beschrieben werden.

Zum Bedingungszeichentest für P oder Q ist noch folgendes zu sagen:

Die Bedingungszeichen P und Q können zum Testen des Ssp.2 und eines allgemeinen Schnellspeichers benutzt werden. Im letzteren Falle ist dies aber nur in Verbindung mit einem E-Befehl möglich z.B. PE 30 + 3000. Die Maschine muß also zwischen einem sogenannten "TS-Test" und einem "T2-Test" unterscheiden können. Der TS-Test wird bei einem bedingungsabhängigen E-Befehl angewandt, während der T2-Test für einen Befehl, der von <2> abhängig ist, benutzt wird. Wie die einzelnen Testgrößen zusammengesetzt werden, ist auf dem log. Schaltbild 18001 gut ersichtlich. Auf den TS-Test wird noch einmal im folgenden Abschnitt eingegangen.

#### 2.4.2 Worttransporte in der ZUSE Z 23

Für alle Speichervorgänge in der Maschine wird ein Signal benötigt, das den Transport einer Information von einem Speicher zum anderen in Abhängigkeit vom Bedingungszeichen-  
teil in b oder von OP-Zeichen, die in r stehen, freigibt.  
oder sperrt. Dieses Signal wird "Worttransport" genannt.

Es gibt hierbei mehrere Arten von Worttransporten. Diese sind:

1. Normalworttransport  $W \wedge \overline{RT}$  bzw. W1
2. Worttransport für Wiederholungsbefehle W2
3. Worttransport für Schnelle Multiplikation W3
4. Worttransport für Schnelle Division W4
5. Worttransport mit bedingungsabhängigem E-Befehl W5 \*
6. Worttransport für Serienschiebungen im Akku und 3 W6
7. Worttransport für die Schiebeimpulsfreigabe in den Schnellspeichern  $W0 = (W \wedge \overline{RT}) \vee (W2 \wedge \overline{RT})$
8. Worttransport für den Blocktransfer W 13 \*

\* Diese Worttransporte werden nur zusammen mit dem Normalworttransport  $W \wedge \overline{RT}$  bzw. W1 betrieben.

#### 2.4.2.1 Erzeugung des Normalworttransportes

Angenommen, im Befehlsregister steht der Arbeitsbefehl U 3000, d.h. Schreiben auf die Trommel. Dabei wird die sogenannte Lesesperre wirksam.

Zur Zeit 41 wird der Befehl parallel aus dem Befehlsregister ins Steuerregister übernommen.  $U_0$ , das sich aus  $\bar{A} \wedge U \wedge \bar{S}$  entschlüsselt, steht somit an der Konjunktion 61 und 62 ab 41 zur Verfügung. Da der Befehl kein K, kein C und kein G enthält, sind auch  $\bar{C} \wedge \bar{K}$  und  $\bar{G}$  positiv, die Konjunktion 61 ist erfüllt.

Die Konjunktion 63 ist noch nicht erfüllt, da  $W_1$  noch nicht vorhanden ist. Aber an Konjunktion 62 steht auch  $U_0$  zur Verfügung und  $\bar{D}7$ , wenn nicht gerade auf die nächste Spur umgeschaltet wird. Somit kommt ein positives Signal über die Disjunktion 64 zum Eingang der Konjunktion 65. Hier kann also die Größe "Sektor" durch, die ebenfalls ab der Zeit 41 vorhanden ist. Über die Disjunktion 66 gelangt "Sektor" zur Konjunktion 67.

Die Eingänge dieser Konjunktion sind alle positiv:  $\overline{UK1}$  ist positiv, da keine Schnellocheradresse angewählt ist. Wäre Schnellocheradresse 1 angewählt, müßte man auf das Freigabezeichen vom Ein- und Ausgabekanal warten. "Mauldrucker frei" ist vorhanden. Von der Disjunktion 68 kommt schon wegen der nicht angewählten Adresse 7 ein positives Signal. Ausgabe- oder Eingabefreizeichen vom Abtaster sind ebenfalls vorhanden. Somit gelangt eine positive Spannung zur Konjunktion 69.

An Konjunktion 70 ist  $\overline{W5}$  positiv, da kein bedingter Sprungbefehl im Befehlsregister steht.  $\bar{K}$  ist gleichfalls positiv, damit gelangt ein Impuls zur Zeit 43 (PS 43) über die Disjunktion 71 zur Konjunktion 69. Wenn nun der Blockfreigabeschalter geschlossen ist und erfüllte Bedingung ( $\bar{R0}$ ) gegeben ist, kann

das Flip-Flop W, das zur Zeit 42 mit dem PS 42 in 0 gesetzt wurde, zur Zeit 43 in L gekippt werden.

Wenn die Maschine in "Start" steht ( $\overline{RT}$  positiv), wird so der normale Worttransport gebildet ( $W \wedge \overline{RT}$ ), wenn kein G-Befehl entschlüsselt wurde, wird über die Konjunktion 13 außerdem W1 erzeugt.

Schreibwelle ohne W1 erhält man also hinter der Konjunktion 61 ab der Zeit 41, hinter der Konjunktion 63 Schreibwelle mit W1 ab der Zeit 43, da ja zu dieser Zeit das Tor mit W1 öffnet.

Mit dem PS 1 an Konjunktion 72 wird nun U2 in L gekippt. Solange auf die Trommel geschrieben wird, steht U2 in L. Es kippt nur mit dem PS 0 in Null, um anschließend sofort wieder mit dem PS 1 in L zu kippen. Die Größe "Sektor" kann dabei immer durch das Tor 65, da diese Konjunktion ja durch den positiven Ausgang der Konjunktion 62 erfüllt ist.

Wird nach einem Trommel-Schreibbefehl ein Trommel-Lesebefehl entschlüsselt (A. u. E.), soll die Lesesperre U2 verhindern, daß eine Wortzeit lang gelesen werden kann, damit der große Schreibstrom abklingen kann.

Ab der Zeit 41 ist die Konjunktion 65 dann nicht mehr erfüllt, da kein U0 mehr vorhanden ist und U 2 noch in L steht. "Sektor" kann also nicht durch, somit kann das Flip-Flop W, das zur Zeit 42 in Null gesetzt wurde, zur Zeit 43 nicht in L kippen, es kommt kein Worttransport. Der PS 0 der neuen Wortzeit (in der nicht gelesen wird) kippt dann U2 in Null. Zu dieser Zeit ist aber "Sektor" nicht mehr vorhanden. In der Maschine geschieht eine Wortzeit lang nichts.

Wenn alle 32 Sektoren einer Spur vollgeschrieben sind, muß auf die nächste Spur umgeschaltet werden. Um das Umschalten auf den Schreib-Lesekopf der nächsten Spur zu ermöglichen, muß der Worttransport einige Zeit aussetzen. Das steuert das Flip-Flop D7, das auch die P-Kette synchronisiert. Es wird mit dem Nullausgang des 5. Zähl-Flip-Flops des Sektorzählers in L gesetzt. Das geschieht zur Zeit 2 der 31. Wortzeit. Das  $\overline{D7}$  ist ab jetzt negativ. Damit sind zur Zeit 41 die Konjunktionen 62 und 65 nicht erfüllt, die Größe "Sektor" kann nicht durch das Tor und das Flip-Flop W kann zur Zeit 43 nicht in L gesetzt werden. Es bleibt ab 42 in Null und es entsteht kein Worttransport.

Zur Zeit Null der 32. Wortzeit, bzw. am Beginn des Sektors 0 der nächsten Spur, wird D 7 mit dem Einzelimpuls EJo in Null gesetzt und gleichzeitig U2 mit dem PS 0 in 0 gekippt. Da kein Worttransport vorhanden ist, kann U2 mit dem PS 1 nicht mehr in L kippen. Dadurch ersetzt das nun positive  $\overline{U2}$  die Konjunktion 62 und der eine Eingang von Konjunktion 65 ist positiv. Nach einer Trommelumdrehung herrscht wieder Übereinstimmung zwischen dem Sektoradressenteil des Steuerregisters und dem Sektorzähler. Die Größe "Sektor" entsteht und erst jetzt kann der Sektor 0 der neuen Spur beschrieben werden.

Auf Sektor muß nicht gewartet werden:

- a) Bei einem C-Befehl, wenn kein schneller Trommelablauf vorhanden ist (Konjunktion 73 mit C und  $\overline{E5}$ ). Beim linearen Trommelablauf muß ja unbedingt auf "Sektor" gewartet werden, da sonst der Zyklus gestört wäre.
- b) Bei einem G-Befehl, wenn eine Schnellspeicheradresse vorhanden ist (Konjunktion 74 mit G und  $\overline{Ssp.A.O^{**}}$ ).

In diesen beiden Fällen wird ja der Trommeladressenteil als Konstante aus dem Befehlsregister geholt, es ist dabei unnötig, auf die richtige Trommelstelle zu warten.

Für einen Kernspeicherbefehl gilt das gleiche, wie für einen C-Befehl (Konjunktion 75 mit K und  $\overline{E5}$ ).

Diese 3 Möglichkeiten ersetzen in diesem Fall die Größe "Sektor".

In jedem Fall müssen aber die Freigabezeichen der Ein- und Ausgabegeräte berücksichtigt werden. Ein C im Befehl macht diese Bedingung hinfällig.

Den Worttransport erhält man nun zu verschiedenen Zeiten, je nach dem, ob es sich um einen Trommel- oder um einen Schnellspeicherbefehl handelt.

Handelt es sich um einen Trommelbefehl, der nicht von einer Schnellspeicherabfrage abhängt (ohne P oder Q), so ist die Konjunktion 70 erfüllt ( $\overline{K}$ ,  $\overline{W5}$ ). Das Flip-Flop W wird dann mit dem PS 43 in L gesetzt.

Handelt es sich um einen Schnellspeicherbefehl, so ist Konjunktion 76 erfüllt (K) und W wird zur Zeit 45,5 gebildet.

Liegt ein bedingter E-Befehl mit Test des 1. Bits eines Schnellspeichers vor (Ts-Abfrage), dann setzt der PS 45,5 an Konjunktion 77 W in L.

#### 2.4.2.2 Worttransport für Wiederholungsbefehle (W2)

Für die Freigabe des Schiebeimpulses im Akkumulator und Ssp.3 bei Wiederholungsbefehlen wird der Worttransport W2 benötigt. Für die Kennzeichnung im Befehl wird die Kombination PQ aus dem Bedingungszeichenteil verwendet.

Der Ausgang  $PQ \wedge \overline{QQ}$  am Bedingungszeichenentschlüssler ist bei Vorhandensein von PQ positiv. Dadurch wird die Größe "Wiederholungsbefehl" erzeugt. Ferner wird mit diesem Signal an der Konjunktion 78 (LW) mit dem PS 42,5 das FF R0 in L gesetzt. Ein Wiederholungsbefehl bringt also stets "Unerfüllte Bedingung", wodurch der Normalworttransport abgeschaltet wird ( $\overline{R0}$  negativ an Konjunktion 69, LW).

Dafür wird jetzt W2 erzeugt. An der Konjunktion 79 (LW) ist jetzt  $PQ \wedge \overline{Tr.A.O*} \wedge PS\ 42,5$  positiv, wodurch W2 in L gesetzt wird. Dies ist nachstehend an Hand eines Wiederholungsbefehles näher erläutert.

Gegeben sei z.B. der Befehl

PQ RV 1 - 10

Damit ist im Bedingungszeichenteil PQ vorhanden und die Größe  $\overline{Tr.A.O*}$  positiv, da ja eine Trommeladresse gegeben ist. Es wird also W2 gesetzt. Mit diesem Worttransport wird im Akkumulator und Ssp.3 geschoben, ferner wird der Kreislauf  $b \rightarrow +1'$ -Addierwerk  $\rightarrow b$  betrieben.

Der im Externcode gegebene Befehl PQRV 1 - 10 hat intern die Form PQRV 0 + 8182. Bei jedem Umlauf  $b \rightarrow +1' \rightarrow b$  wird die Trommeladresse um 1' erhöht. Während dieses Vorganges bleibt der E-Befehl, der den Wiederholungsbefehl gebracht hat, unverändert in c stehen.



Beim Überlauf von der Trommeladresse 8191 auf 8192 (nach 10 Umläufen) wird ein Übertrag auf die Ssp.Adresse 1 gebildet und im Trommeladressenteil von b steht eine 0. Die Größe Tr.A.Ö\* wird jetzt negativ, sodaß Konjunktion 79(LW) nicht mehr erfüllt ist und W2 mit dem folgenden PS 41,5 zurück nach 0 gesetzt wird. Zu Beginn des nächsten Worttransportes ist aber noch R0 positiv, es kann also noch kein W1 gebildet werden. Mit R0 (siehe Schiebeimpulserzeugung) kann aber in b und c der Schiebeimpuls freigegeben werden, wodurch <c> (der um 1! erhöhte E-Befehl) nach b geht und wieder W1 erzeugt wird.

Es wurde also 10 mal verkoppelt rechtsverschoben und anschließend <c> nach b gebracht. W2 steht dabei von 42,5 bis 41,5.

#### 2.4.2.3 Worttransport für Schnelle Multiplikation W3

Für die schnelle Multiplikation im Festkomma, die ebenfalls durch einen Wiederholungsbefehl, der mit W2 läuft, gesteuert wird, ist noch ein weiteres Signal notwendig, nämlich W3. Mit diesem Signal wird außer den verkoppelten Verschiebungen im Akku und Ssp.3, die mit W2 gesteuert werden, eine von der Bedingung Y abhängige Addition des Inhaltes der im Befehl angegebenen Schnellspeicheradresse durchgeführt. Ist Y erfüllt, dann wird der aufgerufene Schnellspeicherinhalt zum verschobenen Akku-Inhalt addiert, wenn nicht, so wird mit W2 nur die Rechtsverschiebung durchgeführt.

Ein Befehl für schnelle Multiplikation ist z.B.:

P Q Y R V A K 27 - 41

PQ dient zur Erzeugung von W2 wie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben. Y bedeutet, daß die Addition von <26> nur stattfinden soll, wenn die 40. Stelle im Ssp.3 in L steht. Der L-Zustand von W3 zeigt an, daß Y nicht erfüllt ist. Es wird mit  $\overline{T3} \wedge Y \wedge PS\ 44$  gesetzt, Konjunktion 80 (LW). Ist Y erfüllt, dann ist  $\overline{T3}$  an Konjunktion 80 negativ und W3, das vorher mit PS 41,5 nach 0 gesetzt wurde, bleibt in diesem Zustand stehen. Die Addition des angewählten Ssp.-Inhaltes wird also mit  $\overline{W3}$  durchgeführt. W3 ist vorhanden von 44 bis 41,5.

#### 2.4.2.4 Worttransport für schnelle Division (W4)

Ein weiterer Wiederholungsbefehl, der mit W2 betrieben wird, ist der Befehl für schnelle Division im Festkomma. Auch hier wird ein zusätzliches Steuersignal benötigt, das auf das OP-Werk einwirkt (Vergleiche Beschreibung "Operationswerk"). Dieses Signal heißt W4. Es bewirkt, daß

- a) der aufgerufene Ssp.-Adresseninhalt subtrahiert wird,
- b) diese Subtraktion von der Bedingung PP abhängig ist, und
- c) die 40. Stelle im Ssp.3 in L gesetzt wird (ebenfalls PP-bedingt).

Ist PP nicht erfüllt, dann wird mit W2 der aufgerufene Schnell-speicher-Inhalt addiert und die 40. Stelle in 3 nicht gesetzt.

Bei erfülltem PP werden die oben beschriebenen Operationen durchgeführt. Ferner wird bei der schnellen Division nicht rechts-, sondern linksverschoben.

Ein schneller Divisions-Befehl ist z.B.:

P P P Q L L R V A H S 27 - 41

PP repräsentiert die eigentliche Bedingung, PQ den Wiederholungsbefehl (W2).

An der Konjunktion 81 (LW) wird mit  $\overline{T4}$  entschieden, ob PP erfüllt ist. Wenn ja, wird W4 in L gesetzt ( $PP \wedge \overline{T4} \wedge PS\ 44$ ). Mit W4 wird, wie schon erwähnt, das OP-Werk auf Subtraktion geschaltet und H ausgeführt.

Ist PP nicht erfüllt ( $\overline{T4}$  negativ an Konjunktion 81), dann wird <26> zum verschobenen <a> nur addiert ( $\overline{W4}$ ). W4 ist vorhanden von 44 bis 41,5.

#### 2.4.2.5 Worttransport mit bedingungsabhängigem E-Befehl (W5)

Außer dem normalen Worttransport W1 wird für einen Trommel-E-Befehl mit Doppeladresse eine zusätzliche Schaltgröße für die Bedingungszeichenentschlüsselung und die Worttransporterzeugung benötigt, das W5.

Annehmen in b stehe der Befehl:

P E 20 + 800

Im Befehl ist kein K und eine Schnellspeicheradresse vorhanden ( $\overline{Ssp.A.O*}$  positiv).

Damit ist die Konjunktion 9 (LW) mit  $E* \wedge \overline{K} \wedge (\overline{G1} \wedge \overline{G2}) \wedge \overline{Ssp.A.O*} \wedge PS\ 43$  erfüllt und FF W5 wird zur Zeit 43 in L gesetzt.

Mit P oder Q als Bedingung in diesem Befehl wird aber nicht T2, sondern TS abgefragt (Vergleiche Seite 105), auf das zusätzlich W5 bzw.  $\overline{W5}$  beim Bedingungszeichentest P oder Q mit eingeht.

Bei erfüllter Bedingung kommt der Worttransport W1 wie bei einem Schnellspeicherbefehl erst zur Zeit 45,5, da ja der Vorzeichentest erst nach dem Lesen der aufgerufenen Ssp.-Adresse durchgeführt werden kann. Sonderadressen können für diese Befehle nicht verwendet werden.

Ist die Bedingung nicht erfüllt, dann wird mit dem PS 44 R0 gebracht und W1 abgeschaltet.

#### 2.4.2.6 Worttransport für Serienschiebungen im Akku und Ssp.3 (W6)

Bei der Serienschiebung kann der Akku und Ssp. 3 innerhalb einer Wortzeit 41 mal verkoppelt nach rechts verschoben werden. Für diese Operation wird die Worttransportgröße W6 benötigt. Sie wird erzeugt durch eine Bedingungszeichenkombination, die im Befehl gegeben ist. Ein solcher Serienschiebungs-Befehl ist:

P Q P P Q Q R V A K O

Die Kombination PQPPQQ wird besonders entschlüsselt und der entsprechende Ausgang setzt über die Konjunktion 82 (LW) mit dem PS 42,5 das FF W6 in L und ferner auch R0. Die Serienschiebung wird also mit unerfüllter Bedingung betrieben. W6 wird am Ende der Wortzeit mit dem PS 41 wieder in 0 gesetzt.

Der Ablauf der Befehlsausführung wird in einem späteren Abschnitt noch einmal näher erläutert.

### Worttransport für die Schiebeimpulsfreigabe in den Schnellspeichern (W0)

In den Schnellspeichern muß der Schiebeimpuls sowohl bei Befehlen mit erfüllter Bedingung als auch bei Wiederholungsbefehlen (RO!) freigegeben werden. Normalerweise kann der Schiebeimpuls für die Schnellspeicher nur mit  $W \wedge \overline{RT}$  wirksam werden. Bei einem Wiederholungsbefehl, der ja mit RO (unerfüllte Bedingung) den Schiebeimpuls unterbricht, muß also dafür gesorgt werden, daß trotzdem die Schnellspeicherinhalte transportiert werden können.

Um dies zu erreichen, erzeugt man zusätzlich die Größe W0, die entweder mit  $W \wedge \overline{RT}$  oder mit W2 vorhanden ist. An der Disjunktion 83 (LW) werden beide Größen zusammengeschaltet und bilden so "W0".

#### 2.4.2.7 Worttransport für Blocktransfer (W13)

Dieser Worttransport kann nur in Verbindung mit dem Normalworttransport betrieben werden. Er entsteht, wenn ein Blocktransferbefehl, z.B. BV 50+3000, ins Befehlsregister gelangt. Die Anzahl der gewünschten Transfers wird als Strichzahl im Ssp.13 notiert, wodurch die Größe  $Z13 \neq 0$  positiv wird.

Mit dem oben angegebenen Befehl wird dann an der Konjunktion 84 (LW) die Kombination  $\overline{C} \wedge \overline{LL} \wedge \overline{R} \wedge \overline{EO} \wedge [\overline{G} \vee (\overline{G2} \wedge \overline{G1})] Z13 \neq 0 \wedge V$  positiv und FF W13 kann mit dem PS 42 in L gesetzt werden. Mit W13 wird der Zählerpeicher 13 zurückgezählt und der Kreislauf  $b \rightarrow +1' \rightarrow b$  betrieben. W13 tritt, wie schon erwähnt, nur in Verbindung mit W1 auf. Der Ablauf eines Blocktransfer-Befehles wird ebenfalls noch einmal in einem späteren Abschnitt beschrieben.

### 2.4.3 Linearer Schnellspeicherablauf

Innerhalb einer linearen Befehlsfolge in den allgemeinen Ssp. wird in b nicht in dem üblichen Zweitakt "Holbefehl - Arbeitsbefehl" gearbeitet, sondern es kommen nach b nur die Arbeitsbefehle nacheinander, ohne Unterbrechung.

Dies wird dadurch ermöglicht, daß man während der Ausführung eines Arbeitsbefehles im Steuerregister bereits den nächsten parallel aus dem Kernspeicher nach b bringt, und die Holadressen in einem besonderen Kreislauf weiterzählt.

#### Beispiel:

Lineare Befehlsfolge:	Ssp.100 Bef. AK 2
	Ssp.101 Bef. UK 6
	Ssp.102 Bef. FK 7

.	.
.	.
.	.
.	.

Das Programm beginnt mit

Bef. EK 100

Dieser erste Holbefehl bringt

Bef. AK 2

nach b und läuft im übrigen wie üblich. Er läuft über das +1-Addierwerk, wo in den Ssp.-Adressen 1 zuaddiert wird, nach c.

In dieser 1. Wortzeit des linearen Programmblaufes kommt

E 1 von 0 bis 44

bei Anwesenheit von

$(E_0 \wedge W_1) \wedge K \wedge \text{Tr.Adr.} A_0 * \wedge \text{Ssp.} A \geq 16 \wedge \overline{\text{Langs. Schalter}} \overline{1}$

an der Konjunktion 85 (LW).

E1 bringt beim Zurückkippen E2, das über den ganzen linearen Ablauf in L stehen bleibt, und erst beim nächsten E-Befehl in b mit

$[(E_0 \wedge W_1) \vee W_{13} \vee W_{20}] \wedge P_{50}$

wieder in 0 gesetzt wird, Konjunktion 86 (LW).

Mit W1 oder unerfüllter Bedingung R0 kommt dann

$E_3 = (W_1 \vee R_0 \wedge \overline{W_2} \wedge \overline{R_1}) \wedge E_2$

an der Konjunktion 87 (LW).

Mit E3 wird der Schiebeimpuls in b abgeschaltet (Konjunktion 2 (LW) und c vom Befehlsregister getrennt. Außerdem wird ein besonderer Kreislauf betrieben, der aus den Ssp.-Adressenstellen des Steuerregisters, einem +1'-Addierwerk und den 8 Ssp.-Adressenstellen von c besteht.

In diesem Kreislauf geschieht folgendes:

### 1. Wortzeit des linearen Schnellspeichers mit E1

In r steht: EK 100, der erste Holbefehl. Nach b wird eingeschoben: AK 2, der erste Arbeitsbefehl.. Nach c kommt EK 101, wie üblich.

Von 42,5 - 43,75: Beg.d.Wortzeit. <100> kommt aus dem Ssp. ins Schieberegister "S" der allgemeinen Ssp.

Von 11 - 18: geschieht nichts, da E3 noch nicht da ist.  
von 31 - 38:

Von 40,5 - 41,75: Ende der Wortzeit. <100> geht aus dem Schieberegister "S" in die allgemeinen Ssp. zurück.

### 2. und folgende Wortzeiten des linearen Schnellspeicherablaufes

Der in r stehende Arbeitsbefehl wird ausgeführt. Gleichzeitig wird kurzzeitig die Ssp.-Adresse in r gegen die nächste Holadresse 101 ausgetauscht, und der nächste Arbeitsbefehl parallel nach b geschrieben, das mit  $E3 \wedge PS\ 23$  gelöscht wurde.

Der Inhalt des Ssp.-Adressenteiles in r wird mit dem Schiebeimpuls  $PS\ 11 - 18 \wedge E3$  an Konjunktion 88 und 89 (LW) in denjenigen von c transportiert, während der Inhalt dieses Adressenteiles in c nach r geht. Nach diesem Vorgang steht die Adresse 101 in r und die Adresse 2 in c. Mit dem Schiebeimpuls  $PS\ 31 - 38 \wedge E3$  an Konjunktionen 90 und 91 (LW) werden nun die Ssp.-Adressenteile beider Register erneut ausgetauscht, wobei die Adresse 101 um 1' erhöht wird. Beim Zurückschieben der Holadresse nach c wird also eine 1 zuaddiert. Am Ende der Wortzeit steht wieder die alte Ssp.Adresse des gerade ausgeführten 1. Arbeitsbefehles im Steuerregister, denn der Schieberegister-Inhalt der allgem.



Ssp. muß ja wieder in den Ssp. zurückgebracht werden. In c steht die nächste Holadresse 102.

Von 42,5 - 43,75: <2> → Schieberegister.

Von 11 - 18 : 1. Umlauf des Ssp.-Adressenkreises. Adr.2 geht ungeändert von r nach c, Adr.101 geht ungeändert von c nach r.

Von 23,5 - 25,5: <101> (UK6) wird parallel nach b übernommen.

Von 26 - 28 : Und auch wieder in den Ssp. 101 zurückgeschrieben. Dabei ist keine Quersummenkontrolle möglich.

Oberhalb von b im Schaltbild 18001 sind 2 Rechtecke eingezeichnet, aus denen ersichtlich ist, wie der Inhalt der Schnellspeicher-Zelle parallel gelesen und auch wieder zurückgeschrieben wird.

Von 31 - 38 : 2. Umlauf des Ssp.-Adr.-Kreises.  
Adr.101 + 1 geht aus r nach c, Adr.2 kommt ungeändert von c nach r zurück.

Von 40,5 - 41,75: <2> geht aus dem Schieberegister nach dem Ssp.

Am Ende der Wortzeit steht der neue Arbeitsbefehl UK 6 in b und in c steht die nächste Holadresse 102 bereit.

Dieser Ablauf (E3) wiederholt sich während des ganzen linearen Programmes. Er wird lediglich während der G-Befehle (W1) und Wiederholungsbefehle (W2) zwischenzeitlich stillgesetzt. Er wird beendet, sobald mit dem nächsten E- bzw. F-Befehl ein neues lineares Programm beginnt. Hier ist dies PK7.

E2 wird dann gelöscht, und es beginnt wieder eine normale Wortzeit mit E1. Bei F geht gleichzeitig der richtig in c stehende (E und K bleiben beim Ssp.Adr.-Umlauf erhalten!) nächste Holbefehl EK 103 nach Ssp. 5.

#### 2.4.4 Schneller Trommelablauf

Befehle mit  $K \vee C \vee (\text{unerf. Bed.} \wedge \text{Ssp. AO}^{**} \wedge \bar{U}^*) \wedge (\bar{E}^* \vee \text{unerf. Bed.}) \wedge \bar{G}^*$  arbeiten weder im Befehlsregister noch in der Trommel. Daher kann gleichzeitig mit der Ausführung der Operation der neue Befehl von der Trommel ins Befehls-Register übertragen werden, sofern linearer Befehls-Ablauf aus der Trommel durchgeführt werden soll ( $\bar{K}$  im Befehlszählregister).

Die Kombination  $[K \vee C \vee (\text{unerf. Bed.} \wedge \text{Ssp. AO}^{**} \wedge \bar{U}^*)] \wedge (\bar{E}^* \vee \text{unerf. Bed.}) \wedge (\bar{G}^* \wedge \bar{G}^2) \wedge \bar{K} \quad (c) \wedge \bar{G}^* \wedge \text{Wiederholungsbefehl} \wedge \text{Langs. Schalter}$  an der Konjunktion 92 erzeugt die Größe E4. Diese Größe sperrt die Übernahme der Trommeladressen von  $b \rightarrow r$  (Konjunktion 26, LW) und öffnet die parallele Übernahme der Trommeladressen von  $c \rightarrow r$  (Konjunktion 93, LW).

Mit  $E4 \wedge \text{PS } 41,5$  an Konjunktion 94 (LW) wird Flip-Flop E5, und mit  $E5 \wedge \text{PS } 43$  FF E6 in L gesetzt, E5 ermöglicht den Zulauf der aufgerufenen Trommeladressen nach b an Konjunktion 5a (RW) und öffnet den Umlauf des Ssp.c über das +1'-Addierwerk in sich zur Erhöhung der Trommeladresse (Konjunktion 95, LW). Gleichzeitig wird b von c getrennt ( $\bar{E}5$  negativ an Konjunktion 11, LW).

Um einen optimalen Zugriff zu den Trommelzellen zu erhalten, sind die Zellen auf der Trommel fortlaufend nummeriert (vergleiche auch den Abschnitt "Sektorzähler").

## 2.5 Übersicht Speicher- und Rechenwerk Zeichnung-Nr. 18 002.

In der linken oberen Ecke des Schaltbildes ist das Op-Werk eingezeichnet, das mit seinen Eingängen e1 und e2 die miteinander zu verarbeitenden Informationen aufnimmt. Das Takt-Flip-Flop D 30 gehört zu e1, Flip-Flop D31 zu e2. Dem Eingang 1 wird der 1. Operand zugeführt, der 2. Operand geht auf den Eingang 2. Vor D 30 bzw. D 31 sind mehrere Tore angeordnet, die die beiden Operanden unter Berücksichtigung der einzelnen Op-Zeichen bzw. deren Kombination zum Op-Werk durchlassen. Links vom Op-Werk sind die Steuergrößen für die einzelnen Operationen ersichtlich. Die Funktion des Op-Werkes und der vorgeschalteten Tore ist im Abschnitt "Das Operationswerk" sowie "Beschreibung der wichtigsten Befehlsabläufe" näher erläutert.

Links unterhalb des Op-Werkes befindet sich der Akkumulator mit seinen Umlaufs- und Eingangsschaltungen. Der Akku erstreckt sich als Gesamtbild bis zum linken unteren Blattrand. Die Funktion des Akkumulators ist aus dem Abschnitt "Verschiebungen des Akkumulatorinhaltes" ersichtlich.

Unmittelbar rechts vom Akkumulator befindet sich der Zählspeicher "Z 13", der nur aus 8 Stellen besteht. Er kann eine Konstante bis zu 8 Stellen aufnehmen, die die Anzahl von durchzuführenden Blocktransfers oder Serienschiebungen im Akku und Ssp. 3 bestimmt. Noch weiter nach rechts ist der Schnellspeicher 3 angeordnet. Wie der Akkumulator besteht er aus 41 Flip-Flops und besitzt im wesentlichen die gleichen Eigenschaften. Er kann mit dem Akku verkoppelt werden und bildet dann zusammen mit diesem ein Doppellängenregister. Unter dem Ssp. 3 befindet sich eine Konjunktion, an der die Grösse UK1 erzeugt wird. Sie wird benötigt für die Schnelllocherausgabe (entweder SL 614 mit 50 Zeichen/sek., oder Facit-Locher mit etwa 150 Zeichen/sek.).

Rechts, etwas oberhalb von Ssp. 3 ist der Ssp. 5 eingezeichnet. Er kann auch mit der Adresse 12, sowie mit dem OP-Zeichen "F" betrieben werden. Mit "F" dient er als Rückkehradressenregister, mit Adr. 5 v 12 als allgem. Speicher. Ssp. 5 ist wie Akku und 3 ein Flip-Flop-Speicher mit 41 Stellen.

Unterhalb von Ssp. 5 ist die Handeingabe für 5 Bits angeordnet. Sie dient zum Einspeichern von zusätzlichen Dualstellen in den Akkumulator und hat die Adresse 14. Die gewünschte Dualzahl, bestehend aus 5 Bits, wird auf dem Bedienpult mit Hilfe einer besonderen Tastenreihe voreingestellt und kann mit Adresse 14 in den Akku übernommen werden.

Rechts von der Handeingabe befindet sich das Ausgabepufferregister für den Fernschreiber. Es besteht aus einer Schiebekette, bestehend aus 8 Flip-Flops und wird vom Akkumulator her gefüllt. Unterhalb dieses Registers sieht man die Monoflops M1 - M3, die den Inhalt des Schieberegisters schrittweise auf den Empfangsmagneten des Fs übertragen. Rechts unterhalb des Schieberegisters ist eine Schaltung für die automatische Ein- und Ausschaltung des Streifenlochers am Fernschreiber angeordnet. Am unteren Blattrand ist noch die automatische Fs-Abschaltung eingezeichnet, die den Fernschreiber automatisch abschaltet, wenn nach der Ausgabe einer Information über einen bestimmten Zeitraum hinaus kein neues Zeichen ausgegeben wird.

Rechts unten im Blatt befindet sich eine Sammeldisjunktion, deren Ausgang den Worttransport beeinflusst. Die Eingänge sind an die Freigabezeichen von Ein- und Ausgabegeräten angeschlossen. Zwei dieser Eingänge laufen auf die Ausgänge der beiden Flip-Flops D 20 und D 21, die die Freigabe für Zusatzgeräte mit der Adresse 9 steuern. Darunter sind die beiden Flip-Flops D 17 und D 171 für die Ein-

lesegeräte Ferranti-Abtaster I und II (Adresse 10 und 15). Weiterhin sind noch einige Adressen angegeben, die nicht vorhanden sein dürfen, wenn der Worttransport freigegeben werden soll. Dies ist der Fall, wenn während einer Operation kein Ein- und Ausgabegerät betrieben werden soll.

Am oberen Blattrand in der Mitte befindet sich ein Pfeil mit der Bezeichnung "n.b.". Dies bedeutet, daß die Leitung auf den Eingang des Befehlsregisters im Leitwerk geht. Vor diesem Pfeil ist eine Disjunktion mit 3 Eingängen gezeichnet. Der obere Eingang kommt vom Flip-Flop D 32, über welches der Inhalt einer aufgerufenen Trommelzelle nach b transportiert wird, und zwar bei Vorhandensein eines E-Befehles. Der Trommelzulauf kommt über die beiden Konjunktionen rechts von D 32. Der nächste Eingang der vorerwähnten Disjunktion kommt vom Pufferregister der allgemeinen Schnellspeicher. Hier läuft der Inhalt einer mit einem EK-Befehl aufgerufenen Schnellspeicherzelle nach b. Der Zulauf von D 32 ist in diesem Fall gesperrt. Der dritte Eingang der Disjunktion vor b läßt die während eines G-Befehles neugebildete Adresse zum Befehlsregister durch.

Etwa 9 cm unterhalb von D 32 wird die Größe U.1 erzeugt. Sie dient zur Steuerung der Schnellspeicherregeneration. Die hierfür vorgesehenen Konjunktionen und Disjunktionen entscheiden darüber, ob eine Regeneration stattfinden soll oder nicht.

Rechts von dieser Schaltung ist die Steuerung der Kernspeicher-Quersummenkontrolle mit den Flip-Flops Q3, Q4 und KA eingezeichnet. Q3 ist ein Zähl-Flip-Flop zum Auszählen der Quersummen, Q4 wird durch OP-Zeichen-Kombinationen in 1 gesetzt, wenn aus den Schnellspeichern etwas gelesen werden soll und KA bedeutet "Kernspeicheralarm".

Ganz oben im Blatt ist die Schaltung für die akustische Alarm-Anzeige angeordnet.

Unterhalb der Kernspeicher-Quersummenkontrolle befindet sich das Pufferregister "S" und rechts davon der Kernspeicher für 256 Worte. Das Pufferregister "S" besitzt 41 Stellen und wird in Serie gelesen und beschrieben. Der Schiebeimpuls PS.0 - 40 liegt innerhalb der Informationswortzeit (1 - 40). Der Informationsaustausch beim Lesen und Schreiben zwischen dem Pufferregister und dem Kernspeicher erfolgt dagegen parallel und wird innerhalb der Totzeit betrieben. Es ist bei bestimmten Befehlen bzw. Abläufen auch möglich, die Inhalte von gelesenen Kernspeicherzellen parallel ins Befehlsregister zu bringen. Oberhalb des Kernspeichers ist ein Flip-Flop Q6 eingezeichnet. Es hat die Aufgabe, beim Schreiben die L-Zustände eines Wortes zu zählen und gegebenenfalls ein zusätzliches Bit (Quersummenbit) nachzuschreiben, falls eine ungerade Anzahl von L-Zuständen ins Pufferregister gelangt ist.

Rechts oben im Blatt ist die Trommel-Eingangsschaltung, sowie die Trommellese-schaltung angeordnet. Die Sammeldisjunktionen mit den dreieckig gezeichneten Eingängen führen die Informationen von den einzelnen Speichern auf den Eingang der Trommel, SV1, SV2 und SV3 sind die Schreibverstärker, in denen eine Umwandlung der in der Maschine verwendeten Blockschrift in die sogenannte Wellenschrift durchgeführt wird. Q1 ist ein Zähl-Flip-Flop, das beim Schreiben die L-Zustände eines Wortes gegebenenfalls auf eine gerade Anzahl ergänzt und beim Lesen die L-Zustände für die Quersummenkontrolle zählt. Kommt beim Lesen eine ungeradzahlige Zahl von L-Zuständen, so bringt die Maschine Trommelalarm.

Das Flip-Flop Q2 wird in "L" gesetzt, wenn eine Information von der Trommel gelesen wird und TA ist das Flip-Flop zur Auslösung des Trommelalarms. QM1 und DM1 werden für den Betrieb mit einem Magnetbandspeicher benötigt. Die Flip-Flops L1 und L2 sind Leseverstärker, in denen die von der Trommel in Wellenschrift ankommenden Informationen

wieder in die Blockschrift umgewandelt wird.

Unterhalb der Schaltung für die Trommel sind noch die Pufferregister für Ferranti-Abtaster I und II eingezeichnet. Das gelesene Fernschreib-Zeichen wird hier vor dem Transport in den Akkumulator zwischengespeichert. Die genauere Funktion der vorbeschriebenen Schaltelemente erfolgt in einem besondern Abschnitt.

## 2.5.1 Speicher und Rechenwerk

### 2.5.1.1 Operationswerk

Im Op-Werk werden die arithmetischen und logischen Operationen, die im OP-Zeichenteil eines Befehles angegeben sind, ausgeführt. Für eine solche Operation werden stets zwei Operanden benötigt. Bei einem Einfach-Adressbefehl (ohne N) ist der 1. Operand stets der Inhalt des Akkus. Der 2. Operand ist der Inhalt der im Befehl aufgerufenen Speicheradresse. Das Ergebnis der Operation geht dabei in den Akkumulator. Ausnahmen sind G-Befehle, bei denen das Ergebnis in das Befehlsregister gebracht wird. Ist N im Befehl vorhanden, dann wird der 1. Operand gelöscht und der 2. Operand geht unverändert in den Akku.

Bei einem Doppeladressbefehl wird der 1. Operand von der aufgerufenen Schnellspeicheradresse, der 2. Operand von der angegebenen Trommeladresse geliefert. Das Ergebnis geht in diesem Falle im allgemeinen über die Schreibung in das Pufferregister "S" und von da aus parallel in die aufgerufene Ssp.-Adresse zurück.

Bezüglich der Zuführung der beiden Operanden und Wegspeicherung des Ergebnisses gibt es einige Ausnahmen. Dies ist im Kapitel III "Beschreibung der wichtigsten Befehlsabläufe" ausführlich beschrieben.

Die Wirkungsweise und Steuerung des Operationswerkes ist im Abschnitt 2.6 beschrieben.



### 2.5.1.2 Akkumulator

In der linken Blatthälfte in Schaltbild Nr. 18002 ist der Akkumulator eingezeichnet. Er besitzt 41 Stellen, da für die Bildung eines dualen Übertrages im Op-Werk 41 mal geschoben werden muß, obwohl die Information im Akku nur 40 Stellen hat. Das gleiche gilt für die Schnellspeicher 3, 5 und das Pufferregister "S", da diese Speicher bei einem Lesebefehl mit Doppeladresse den 1. Operanden für das Op-Werk liefern. Die 41. Stelle (x41) wird auch "Normalverzögerungsstufe" genannt. Entsprechend sind in den anderen Flip-Flop-Schnellspeichern die Stellen X31, X51 und Q5 als 41. Stelle vorhanden.

Bei jeder Operation läuft der Inhalt des Akkumulators in sich um. Nachfolgend ist eine Zusammenstellung der Umlaufwege gegeben:

- a)  $X41 \longrightarrow \textcircled{\wedge}13 \longrightarrow \textcircled{\vee}14 \longrightarrow \textcircled{\wedge}15 \longrightarrow \textcircled{\vee}16 \longrightarrow e1 \text{ (Op-Werk)} \longrightarrow \textcircled{\wedge}18$   
 $\textcircled{\vee}19 \longrightarrow T4$  bei allen Einfach-Adressbefehlen mit A, U und E, jedoch ohne N im Befehl. Bei UK-Befehlen geht <a> ferner über  $D33 \longrightarrow \textcircled{\wedge}36 \longrightarrow \textcircled{\vee}21$  auf die Schreibleitung. Ausnahmen sind G-Befehle. Der gleiche Weg ist geöffnet bei J, JS, US und Ø.
- b)  $X41 \longrightarrow \textcircled{\wedge}13 \longrightarrow \textcircled{\vee}14 \longrightarrow D40 \longrightarrow \textcircled{\wedge}25 \longrightarrow \textcircled{\vee}19 \longrightarrow T4$   
bei Doppeladressbefehlen und G-Befehlen (kurzer Akku-Umlauf).
- c)  $40.\text{Bit} \longrightarrow \textcircled{\wedge}47 \longrightarrow \textcircled{\vee}14$  usw. bei Rechtsverschiebung.
- d)  $X41 \longrightarrow X42 \longrightarrow \textcircled{\wedge}44 \longrightarrow \textcircled{\vee}14$  usw. bei einfacher Linksverschiebung.
- e)  $X41 \longrightarrow X42 \longrightarrow X44 \longrightarrow \textcircled{\wedge}48 \longrightarrow \textcircled{\vee}14$  usw. bei doppelter Linksverschiebung.

Bei verkoppelter Rechtsverschiebung geht die unterste Stelle des Akkus über den Weg  $X41 \rightarrow X43 \rightarrow \textcircled{\wedge}56 \rightarrow \textcircled{\vee}52 \rightarrow D34 \rightarrow \textcircled{\wedge}53 \rightarrow \textcircled{\vee}54 \rightarrow X34$  in die oberste Stelle von Ssp.3.

Bei verkoppelter Linksverschiebung geht das oberste Bit in 3 über den Weg  $X35 \rightarrow \textcircled{\wedge}50 \rightarrow \textcircled{\vee}14$  usw. auf den Eingang des Akkus und steht nach vollendeter Verschiebung in der 40. Stelle.

Der Inhalt des Akkus kann diesen noch auf folgenden Wegen verlassen:

Beim Lesen mit Adr. 4:  $X41 \rightarrow \textcircled{\wedge}106 \rightarrow \text{Leseleitung}$  (z.B. AK4).

Bei Serienschlebung: 40.Stelle  $\rightarrow D43 \rightarrow \textcircled{\wedge}107$   
 $\textcircled{\vee}54 \rightarrow X34$  (mit W6).

Beim Umspeichern mit UK:  $X41 \rightarrow D33 \rightarrow \textcircled{\wedge}36 \rightarrow \textcircled{\vee}21 \rightarrow \text{Schreibleitung}$ .

Beim Umspeichern auf die Trommel: 39.Bit  $\rightarrow \textcircled{\wedge}32 \rightarrow \textcircled{4a} \rightarrow \text{Trommel}$ , und: 40. Bit  $\textcircled{\wedge}34 \rightarrow \textcircled{4b} \rightarrow \text{Trommel}$ .

Es sei noch erwähnt, daß bei Doppeladressbefehlen der Ausgang des Op-Werkes über  $\textcircled{\wedge}29 \rightarrow \textcircled{\vee}21$  auf die Schreibleitung geht. Bei G-Befehlen geht die Information vom Op-Werk über  $\textcircled{\wedge}67 \rightarrow \textcircled{\vee}7$  zum Eingang von b.

Die beiden ersten Stellen T4 und T41 im Akku werden als Teststellen für negativen oder positiven Akku-Inhalt und für den 4-Test dieser beiden Stellen benutzt. Mit Hilfe dieser Stellen wird entschieden, ob die Testgröße  $T412$  positiv oder negativ ist.  $T412$  ist positiv, wenn beide Flip-Flops gemeinsam in 1 oder 0 stehen.  $T412$  ist negativ, wenn T4 und T41 ungleiche Stellung haben. Ferner wird an  $\textcircled{\vee}108$  die Größe  $T40$  erzeugt. Sie ist negativ, wenn alle Flip-Flops im Akku in 0 stehen.

Steht eines oder mehrere Flip-Flops in L, dann ist  $\overline{T40}$  positiv (Akku  $\neq 0$  - Kontrolle). Näheres siehe "Entschlüsselung der Bedingungszeichen".

Der Akku besitzt eine Einrichtung für die Übernahme des Inhaltes der Akku-Tastatur auf dem Bedienungspult. Hierzu ist der Befehl U4 notwendig. Natürlich kann diese Übernahme auch durch Betätigen der Taste "Akku-Übernahme" erfolgen. Mit U4 oder  $\bar{a}u$  an Konjunktion 109 (RW) und dem PS 39 wird der Akku gelöscht und mit den gleichen Größen, aber mit dem PS 40 an Konjunktion 110 zusammen mit den Ausgängen der Tasten wird die Information von der Tastatur parallel in den Akku geholt.

#### 2.5.1.3 Zählspeicher 13

Direkt neben dem Akkumulator ist der Zählspeicher 13 angeordnet. Er hat nur 8 Stellen, nimmt eine Konstante auf, die angibt, wieviel Blocktransfers oder Serienschiebungen durchgeführt werden sollen. Mit dem Befehl CKB 13 + (n - 1) wird er geladen. Die Konstante geht über die Konjunktion 111 (Adr. 13  $\wedge$  Schreibleitung), geschoben wird mit dem PS 1 - 8. Nach dem Einschreiben wird das Signal Z13  $\neq 0$  positiv. Der Inhalt von Z 13 kann auch gelesen werden. Dies erfolgt über Konjunktion 112 (Adr. 13  $\wedge$  PO  $\div$  8), deren Ausgang auf die Sammeldisjunktion S geht.

Der Zählspeicher 13 ist so geschaltet, daß eine darin enthaltene Konstante schrittweise zurückgezählt wird, bis  $\langle Z\ 13 \rangle$  Null geworden ist. Dieses Zurückzählen erfolgt mit dem PS 2  $\wedge$  (W13  $\wedge$  W1) an Konjunktion 113, also nur bei Blocktransfer. Es wird dabei nach jedem Transfer eines Zelleninhaltes um 1 zurückgezählt.

Bei Serienschiebung (mit W6) wird der Inhalt von Z13 inner-  
halb 11 reduziert. Als Zählimpuls wird jetzt

der PS 0 ÷ 40, der zusammen mit  $W6 \wedge \overline{RT}$  und einigen anderen Größen, die im Kapitel III noch einmal erläutert werden, an Konjunktion 114 zusammengebracht wird, verwendet.

#### 2.5.1.4 Schnellspeicher 3

Der Schnellspeicher 3 ist wie der Akkumulator mit Verschiebe-  
richtungen versehen. Diese Verschiebungen sowie der Informationsumlauf wird aber nur mit dem OP-Zeichen V betrieben. In diesem Falle nimmt die Information folgende Wege:

$X32 \longrightarrow \textcircled{\wedge}51 \longrightarrow \textcircled{\vee}52 \longrightarrow D34 \longrightarrow \textcircled{\wedge}53 \longrightarrow \textcircled{\vee}54 \longrightarrow X34$   
bei verkoppelten Linksverschiebungen.

$T3 \longrightarrow \textcircled{\wedge}57 \longrightarrow \textcircled{\vee}52$  usw. bei verkoppelten Rechtsverschiebungen. Der übrige Umlauf wird an Konjunktion 55 gesperrt.

Außer den verkoppelten Verschiebungen, bei denen der Ssp.3 als Doppellängenregister betrieben wird, kann er auch als normale Ssp.-Adresse benutzt werden. Hierzu ist aber die Eingabe der Adresse 3 notwendig. Beim Einschreiben geht das Wort von der Schreibleitung über  $\textcircled{\wedge}115 \longrightarrow \textcircled{\vee}54 \longrightarrow \text{Ssp.3}$ . Beim Lesen von  $X31 \longrightarrow \textcircled{\wedge}116 \longrightarrow \textcircled{\vee}S \longrightarrow \text{Leseleitung}$ . Der Umlauf bei verkoppelten Verschiebungen wird an Konjunktion 53 ( $\overline{\text{Adr. 3!}}$ ) gesperrt.

Der Ssp.3 besitzt wie der Akku 2 Ausgänge zur Trommel, die mit  $\boxed{3a}$  und  $\boxed{3b}$  bezeichnet sind. Die Information wird genau so wie beim Akku auf die Trommel umgespeichert. Die 40. Stelle in 3 ist das Test-Flip-Flop T3. Weitere Einzelheiten über den Ssp.3 sind in den "Beschreibungen der wichtigsten Befehlsabläufe" (Kapitel III) angegeben.

#### 2.5.1.5 Schnellspeicher 5

Der Schnellspeicher 5 ist der sogenannte Rückkehradressenspeicher. Er hat die Aufgabe, die Adresse eines Befehles, der ein Unterprogramm aufruft, zu speichern und am Ende des Unterprogrammes diese wieder dem Befehlsregister zur Verfügung zu stellen. Als Rückkehradressenspeicher ist der Ssp.5 über Konjunktion 60 (RW) mit dem Befehlszählregister C verbunden. Die Rückkehradresse geht von C  $\rightarrow$   $\textcircled{\wedge}60 \rightarrow$  Ssp.5. Für diese Operation muß im Op-Teil des Befehles das Zeichen F gegeben werden.

Der Schnellspeicher 5 kann auch als normaler Speicher betrieben werden, und zwar unter der Adresse 5 oder 12. Beim Einschreiben geht die Information von der Schreibleitung  $\rightarrow \textcircled{\wedge}61 \rightarrow$  Ssp.5, beim Lesen Ssp.5  $\rightarrow$  X51  $\rightarrow \textcircled{\wedge}62 \rightarrow \textcircled{V}$ "S".

Zum Umspeichern des Speicherinhaltes auf die Trommel sind auch hier die Ausgänge  $\boxed{5a}$  und  $\boxed{5b}$  vorhanden.

#### 2.5.1.6 Pufferregister "S"

Dieses Register hat die Aufgabe, die Worte, welche aus dem Kernspeicher gelesen bzw. in diesen hineingeschoben werden sollen, zwischenzuspeichern oder zu "puffern". Es hat wie die übrigen Schnellspeicher 41 Stellen. Die erste Stelle "Ts" ist die Teststelle für einen bedingungsabhängigen E-Befehl, die letzte Stelle Q5 nimmt ein etwa vorhandenes Quersummenbit, das aus dem Kernspeicher gelesen wird, auf.

Ein Wort, welches in den Kernspeicher geschrieben werden soll, kommt von der Schreibleitung zunächst in Serie in das Puffer-



kippen, sind stets 2 Stromkomponenten erforderlich (vergleiche auch Abschnitt 1.8 im Kapitel I).

Steht das Flip-Flop in L, dann ist der O-Ausgang negativ und die nachgeschaltete Konjunktion ist nicht erfüllt. Damit ist auch keine aufwärts gerichtete Stromkomponente vorhanden und die beiden Schreibströme können den Kern ungehindert in L setzen. Die L-Stellung des Flip-Flops wurde damit auf den Kern übertragen.

Steht das Flip-Flop in O, dann ist die Konjunktion erfüllt und die Stromkomponente verhindert, daß der Kern in den L-Zustand versetzt wurde. Es wurde jetzt die O-Stellung des Flip-Flops auf den Kern übertragen.

Die durch den Kern gefädelt Leseleitung überträgt beim Kippen einen induzierten Impuls auf die Konjunktion vor dem Flip-Flop. Er bleibt aber unwirksam, da der Ausblendimpuls s nur während der Lesezeit auftritt.

Beim Lesen gehen die Stromkomponenten nach oben bzw. nach links. Hat der Kern in L gestanden, dann kippt er jetzt in O, der dabei induzierte Impuls setzt das Flip-Flop über die Konjunktion in L, die jetzt mit dem Ausblendimpuls s erfüllt ist. Beim Lesen eines Kernes, der in O steht, bleibt auch das Flip-Flop in O stehen.

Vorstehende Erläuterungen gelten entsprechend für alle Kerne im Kernspeicher..

Das Anwahlprinzip des Kernspeichers ist im Abschnitt 2.4.1.9 ausführlich erläutert.

### 2.5.1.8 Kernspeicher-Quersummenkontrolle

Das serienmäßige Zuführen bzw. Wegspeichern einer Kernspeicherinformation mit Hilfe des Pufferregisters "S" erlaubt die Durchführung einer sogenannten Quersummenkontrolle. Hierbei werden die im Wort vorhandenen L-Zustände gezählt und deren Quersumme gegebenenfalls auf eine gerade Zahl ergänzt. Dieses Ergänzungsbit wird "Quersummenbit" genannt.

Im Kernspeicher befinden sich also nur Worte, in denen die L-Zustände geradzahlig sind. Folglich können aus dem Kernspeicher also auch nur Worte mit geradzahligem L-Zuständen gelesen werden. Treten nun beim Lesen infolge eines Defektes oder Störungen Worte mit ungeradzahligem L-Zuständen auf (Wegkippen oder Hinzukippen eines Bits), so bringt die Maschine, da es sich um eine fehlerhafte Information handelt, Kernspeicheralarm.

Diese Quersummenkontrolle wird in der ZUSE Z 23 folgendermaßen durchgeführt:

Ein Wort, das von der Schreibleitung kommend in das Pufferregister hereingebracht wird, gelangt auch auf die Konjunktion 117. An dieser Konjunktion wird das Wort mit dem PS 1 - 40 abgefragt, wobei nur die L-Zustände durchgelassen werden. Das nachgeschaltete FF Q6 zählt diese. Es steht bei ungerader Zahl in L, bei gerader Zahl in O. Die Zählung erfolgt nach folgendem Schema:

L-Ausgang positiv	O-Ausgang positiv
1.L	2.L
3.L	4.L
5.L	6.L
usw.	usw.



Vor Beginn der Zählung wird Q6 mit dem PS0 in den Anfangszustand 0 versetzt.

Bleibt Q6 nun am Ende des Wortes in L stehen (ungeradzahlige L-Zustände) dann ist der O-Ausgang negativ. Die Konjunktion 118 ist dann nicht erfüllt und der Inhibit-Impuls kann nicht verhindern, daß der Kern für das Quersummenbit in die L-Richtung gekippt wird. Dabei wurden also die ungeradzahligen L-Zustände im Kernspeicher auf eine gerade Zahl ergänzt.

Wird diese Information später wieder gelesen, so muß das besetzte Quersummenbit mit in das Pufferregister übernommen werden. Es steht dann in der 41. Stelle, die die Bezeichnung Q5 trägt. Beim serienmäßigen Leerschieben des Registers verläßt es dieses als 1. Stelle und gelangt zusammen mit der übrigen Information auf die Konjunktion 119, die mit dem S  $1/2$  abgefragt wird. Jetzt erfolgt im FF Q3 wiederum eine Zählung der gelesenen Bits, und, da ja eine gerade Anzahl von L-Zuständen gelesen wurde, muß Q3 am Ende in 0 stehen bleiben. Sollte beim Lesen durch einen Defekt oder dergl. ein Bit verloren oder hinzugekippt worden sein, dann bleibt Q3 am Ende des Wortes in L stehen und es wird Kernspeicher-Alarm gebracht mit dem PS 40,5.

Das Flip-Flop Q4 hat die Aufgabe, die Auslösung des Kernspeicheralarms vorzubereiten. Es wird bei allen Schnellspeicher-Lesebefehlen, bei denen der Inhalt der aufgerufenen Zellen in irgend einer Form verarbeitet wird, in L gesetzt mit dem PS 39. Für Befehle, bei denen nach dem Lesen etwas Neues in den Kernspeicher zurückgeschrieben wird, ist keine Quersummenkontrolle erforderlich, wenn der Kernspeicherinhalt dabei gelöscht wird, z.B. UK- und CKB-Befehle.

### 2.5.1.9 Regeneration

Beim Lesen einer Kernspeicherzelle werden, wie schon erwähnt, alle Kerne, die in L gestanden haben, in O gekippt, um einen Leseimpuls zu erzeugen. Dieser Vorgang hat damit die Löschung der gelesenen Zelle zur Folge. Da dies aber in den meisten Fällen unerwünscht ist (der Zellen-Inhalt soll ja erhalten bleiben), muß das gelesene Wort regeneriert werden. Der Inhalt des Pufferregisters läuft während des Leerschiebens über einen besonderen Weg einmal in sich um und steht am Ende der Wortzeit wieder im Pufferregister. Anschließend wird <s> wieder parallel in die aufgerufene Schnellspeicherzelle zurückgeschrieben.

Für die Regeneration ist eine besondere Schaltgröße notwendig, die  $\overline{U1}$  genannt wird. Eine Regeneration findet nicht statt bei UK-Befehlen, CG-Befehlen, CKB-Befehlen und bei Doppeladressbefehlen mit A. In den übrigen Fällen wird regeneriert und zwar über den Weg Pufferregister "s" →

$\textcircled{\wedge}116 \rightarrow \textcircled{\vee}S \rightarrow D35 \rightarrow \textcircled{\wedge}20 \rightarrow \textcircled{\vee}21 \rightarrow$

Schreibleitung → Pufferregister s. Eine Ausnahme bildet der Us+t-Befehl, bei dem die Regeneration den Weg Puff.-Register s →  $\textcircled{\wedge}116 \rightarrow \textcircled{\vee}S \rightarrow \textcircled{\wedge}23 \rightarrow \text{Op-Werk} \rightarrow \textcircled{\wedge}29 \rightarrow \textcircled{\vee}21 \rightarrow \text{Schreibleitung} \rightarrow \text{Puff.-Register s}$  nimmt.

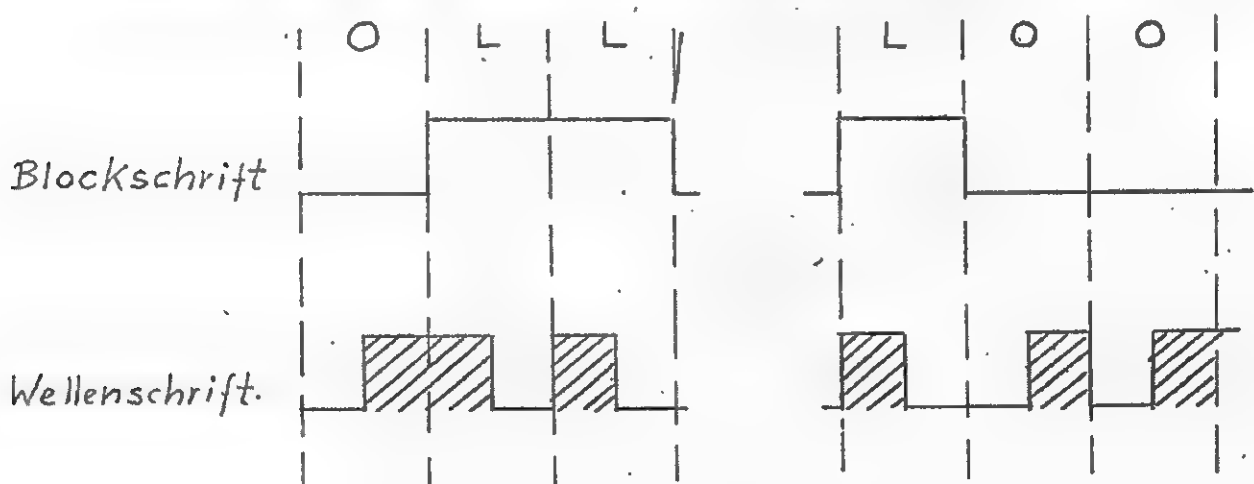
### 2.5.1.10 Schreiben und Lesen der Trommelinformationen

Wie schon erwähnt, gelangt ein Wort über die Eingänge 4a, 4b, 5a, 3a, 3b, sa und sb auf den Eingang der Trommel. Über die Konjunktion 41 läuft nur der Inhalt des Akkumulators (z.B. U3000) mit  $(U0 \wedge W1) \wedge (\overline{C} \wedge \overline{K} \wedge Ssp.A0)$  auf

die Trommel. Wird der Inhalt einer Schnellspeicher-Zelle auf die Trommel gespeichert (z.B. U30 + 3000), dann geht die Information über die Konjunktion 40  $[(U_0 \wedge W_1) \wedge (\bar{C} \wedge \bar{K} \wedge \overline{Ssp} \cdot \overline{AO}) \wedge \overline{W21}]$ . Die im Wort vorhandenen L-Zustände werden mit dem PS 44,5 ÷ 37,5 an der Konjunktion 120 durchgelassen und im Flip-Flop Q1 gezählt. Genau wie bei der Kernspeicher-Quersummenkontrolle werden die L-Zustände, falls sie ungeradzahlig waren, auf eine gerade Anzahl ergänzt, so daß auf der Trommel nur Worte mit geradzahligem L-Zuständen stehen (Quersummenbit).

Die Information, die auf die Trommel gespeichert werden soll, zweigt unterhalb der Konjunktion 120 nach unten ab und gelangt auf die Flip-Flops SV1 bis SV3. Muß ein Quersummenbit nachgeschrieben werden, dann wird der L-Ausgang von Q1 über eine Konjunktion mit dem PL 38,5 abgefragt. Damit wird das Quersummenbit über den gleichen Weg, den die übrige Information nahm, nachgeschrieben. Trommelalarm kann dabei nicht auftreten, da FF Q2 beim Schreiben (negatives  $\bar{U}_0$ ) nicht in L kippt.

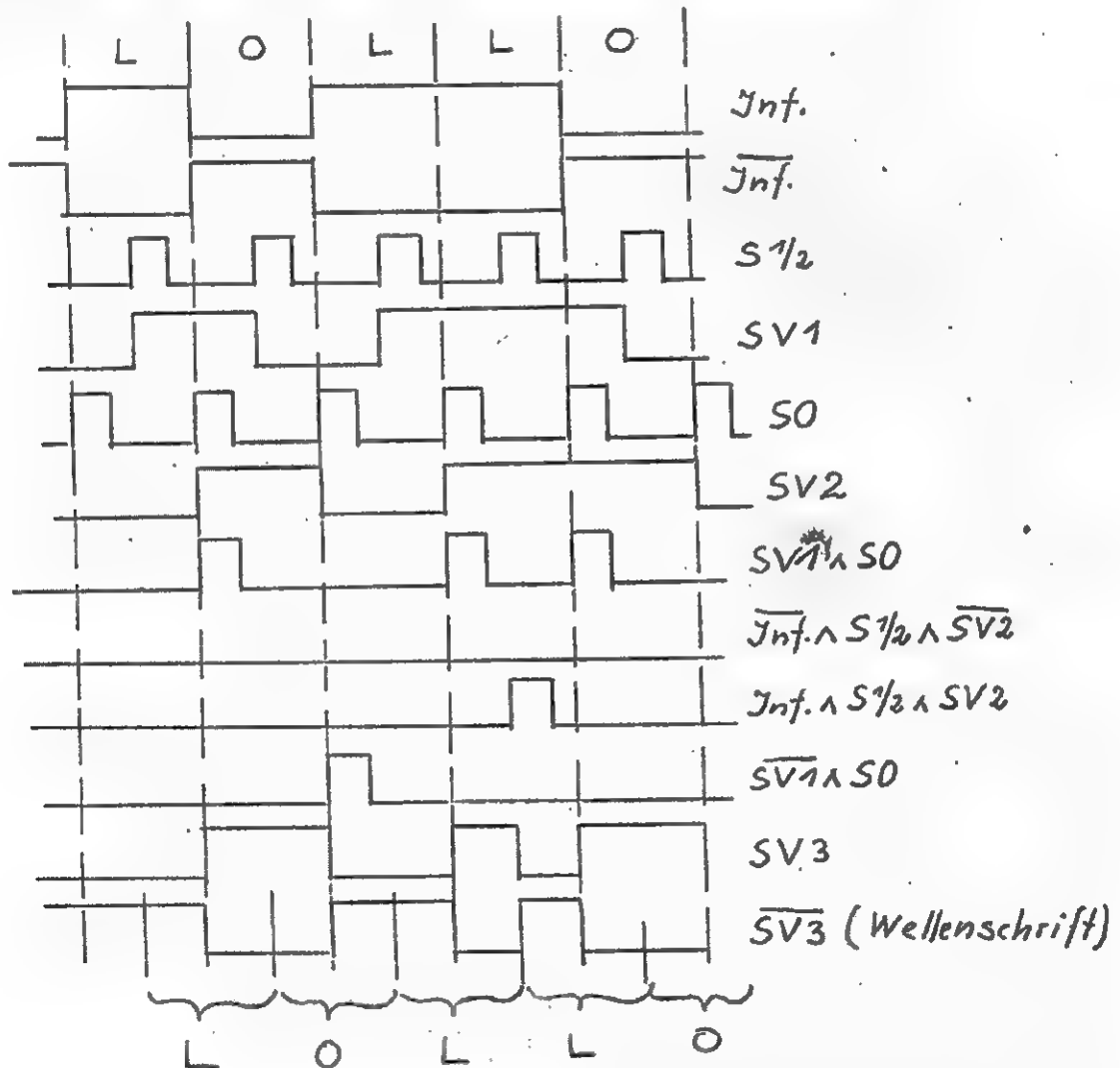
In den Flip-Flops SV1 bis SV3 wird die von den Speichern in Blockschrift ankommende Information in die sogenannte Wellenschrift umgewandelt. Dies ist erforderlich, da die L- und O-Zustände im Wort auf der Trommel nur durch Magnetisierungsänderungen auf der Magnetschicht dargestellt werden können.



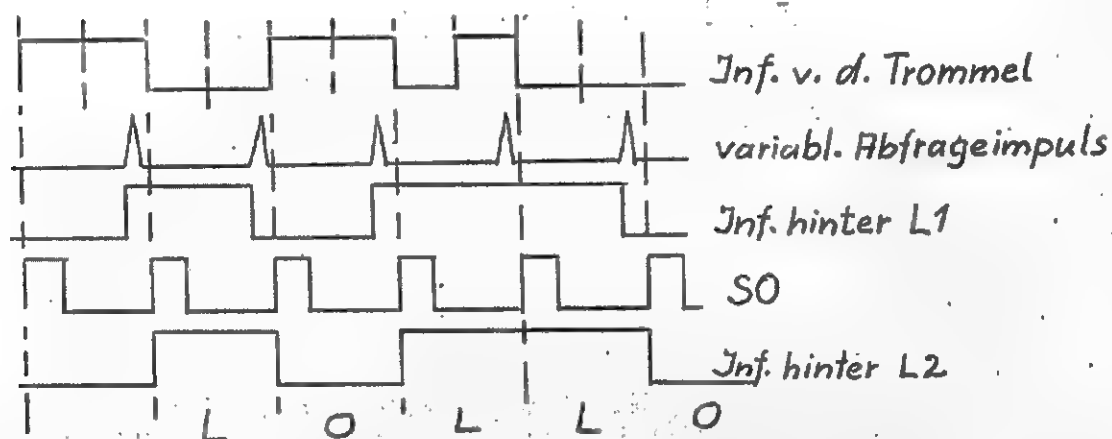
Der vorstehende Impulsplan zeigt die Unterschiede zwischen Blockschrift und Wellenschrift. Eine L im Wellenschrift beginnt positiv und endet negativ, eine Null beginnt negativ und endet positiv.

In der Praxis ist mit der Erzeugung der Wellenschrift zusätzlich eine Verzögerung in Kauf zu nehmen, die im Impulsplan nicht berücksichtigt ist. Es wurde hier nur der Unterschied zwischen Block- und Wellenschrift gezeigt.

In der folgenden Abbildung wird mittels eines weiteren Impulsplanes die Wellenschrift-Erzeugung mit Hilfe der Flip-Flops SV1 bis SV3 noch einmal ausführlich dargestellt.



Für das Schreiben auf die Trommel muß der Schreibverstärker mit der Wellenschrift angesteuert werden. In dieser Form wird das Signal auch wieder gelesen und dann mit dem variablen Abfrageimpuls in L1 übernommen.



Wie man sieht, hat sich die Information gegenüber dem Schreiben verschoben bzw. verzögert. Auf dem Impulsplan beträgt diese Verzögerung nur 1 Bitzeit. In der Praxis ist diese Verzögerung jedoch im allgemeinen größer und läßt sich nicht genau bestimmen. Deshalb ist der Abfrageimpuls auch variabel. Er wird bei jeder Maschine auf den günstigsten Wert eingestellt.

Diese Verzögerung ist auch der Grund dafür, daß der Schiebeimpuls für das Schreiben auf die Trommel von 44,5 ÷ 38 (also früher) anstatt von 0 bis 40 kommt. Geschoben werden dabei 40 Stellen, die 41. Stelle dient für die Aufnahme eines evtl. Quersummenbits.

Beim Lesen wird wieder eine Quersummenkontrolle durchgeführt. Die L-Zustände müssen dabei geradzahlig sein. Ist das nicht

der Fall, dann bleibt Q1 am Ende der Wortzeit in L stehen. Q2 wird bei allen Trommel-Lesebefehlen in L gesetzt, und mit dem PS 41,5 wird das Alarm-Flip-Flop gesetzt. Die Maschine bringt Trommelalarm.

Bei geradzahligen L-Zuständen, wenn also richtig gelesen worden ist, ist die Konjunktion vor TA nicht erfüllt und TA kann dann auch nicht in L gesetzt werden.

Auf weitere Erläuterungen der Arbeitsweise des Rechenwerkes kann verzichtet werden. Die in diesem Abschnitt nicht beschriebenen Teile sind im Kapitel III (Beschreibungen der wichtigsten Befehlsabläufe) aufgeführt.

## 2.6

### Das Operationswerk (Schaltbild Nr. 18003)

Alle Informationen, die miteinander addiert bzw. subtrahiert oder einer logischen Verknüpfung unterworfen werden sollen, müssen dem OP-Werk zugeführt werden. Dies gilt auch für alle Befehle, bei denen der Inhalt von Speichern neben der eigentlichen Befehlsausführung einmal in sich umlaufen, z.B. der Akku, ausgenommen hiervon ist die Regeneration der allgemeinen Schnellspeicher.

Das OP-Werk besitzt 2 Eingänge  $e_1$  und  $e_2$  für die Aufnahme von jeweils 2 Operanden, die miteinander verarbeitet werden sollen. Der Ausgang  $a$  liefert das Ergebnis einer Operation, während der Ausgang  $a^*$  einen evtl. vorhandenen Übertrag über die Verzögerungsstufen  $\bar{U}_1$  und  $\bar{U}_2$  dem Übertragseingang  $e^*$  zufführt. Die Verzögerung in  $\bar{U}_1$  und  $\bar{U}_2$  beträgt je  $1/2$  Bitzeit, also insgesamt 1 Bitzeit, da ja ein vorhandener Übertrag, z.B. aus der untersten Dualstelle zweier Operanden in die nächstfolgende Stelle wieder miteingeführt werden muß.

Für jede durchzuführende Operation, z.B. Addition, Subtraktion, log. Konjunktion (Intersektion), log. Disjunktion u.a., ist im OP-Werk eine Konjunktion vorhanden. Jede dieser Konjunktionen wird mit der jeweils benötigten Steuergrösse, sowie mit den Eingängen  $e_1$ ,  $e_2$  oder  $e^*$  bzw. deren Negation  $\bar{e}_1$ ,  $\bar{e}_2$  oder  $\bar{e}^*$  betrieben.

Auf den Eingang  $e_1$  läuft bei Einfachadressbefehlen (ausgenommen G-Befehle) stets der Inhalt des Akkumulators, der aufgerufene Speicherinhalt geht auf den Eingang  $e_2$ .

Handelt es sich um einen Doppeladressbefehl, dann nimmt  $e_1$  den Inhalt der aufgerufenen Ssp.-Adresse auf und  $e_2$  den Inhalt der aufgerufenen Trommeladresse. Weitere Kombinationen sind aus der Beschreibung über die Abläufe der einzelnen Befehle ersichtlich.

Für das OP-Werk werden insgesamt 6 Steuergrößen benötigt, und zwar:

Addition,  
Subtraktion,  
Umgekehrte Subtraktion,  
Intersektion,  
Intersektion mit negativem 2. Operanden,  
Log. Disjunktion

Die vorgenannten Größen werden aus Kombinationen der OP-Zeichen-Entschlüsselung im Steuerregister erzeugt.

Die Grösse "Add." muß vorhanden sein bei allen additiven Operationen, sowie bei allen Befehlen, bei denen der Inhalt des Akkumulators über das OP-Werk kreist. Dies ist der Fall bei den folgenden Kombinationen:

$A_0 \wedge W_1$	Addition von 2 Speicherinhalten
$U_0 \wedge W_1$	Umlauf des Akkus über das OP-Werk.
$E_0 \wedge W_1$	Umlauf des Akkus über das OP-Werk.
$G \wedge W \wedge \overline{R_1}$	Addition von 2 Speicherinhalten
$W_2 \wedge \overline{W_4}$	Addition von 2 Speicherinhalten bei Wiederholungsbefehlen.

Die Grösse "Subt." ist vorhanden bei allen subtraktiven Operationen, sowie für Subtraktionen bei schneller Division ( $W_4$ ). Dies ist der Fall bei:

$S_0 \wedge W_1$	Subtraktion eines Speicherinhaltes von einem anderen
$W_4$	Subtraktion bei schneller Division (Wiederholungsbefehl).



Die Steuergrößen "Add." und "Subt." setzen sich folglich zusammen aus:

$$\text{Add.} = (A_0 \wedge W_1) \vee (U_0 \wedge W_1) \vee (E_0 \wedge W_1) \vee (G \wedge W \wedge \overline{R_1}) \vee (W_2 \wedge \overline{W_4})$$

$$\text{Subt.} = (S_0 \wedge W_1) \vee (W_4)$$

Die übrigen 4 Steuergrößen sind selbstständig und lauten:

$T_0 \wedge W_1$	Umgekehrte Subtraktion
$I_0 \wedge W_1$	Intersektion
$I_{S_0} \wedge W_1$	Intersektion mit negativem 2. Operanden
$O_0 \wedge W_1$	Log. Disjunktion

#### Wirkungsweise des OP-Werkes

Um die Vorgänge bei den einzelnen Operationen leichter verständlich zu machen, sei noch einmal kurz auf Addition und Subtraktion von Dualzahlen eingegangen (vergleiche auch Seiten 18 und 19 des Abschnittes I "Einführung in die Rechenmaschinenteknik").

#### Addition

Man unterscheidet bei der Addition zweier Dualzahlen drei verschiedene Zustände des Ergebnisses. Diese lassen sich an Hand des folgenden Zahlenbeispiels mit zwei dreistelligen Dualzahlen erläutern.

$$\begin{array}{r}
 L L L \\
 + L L 0 \\
 \hline
 L L 0 L
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 7 \\
 + 6 \\
 \hline
 13
 \end{array}$$

Beim Addieren der beiden untersten Stellen erhalten wir als Ergebnis eine L und keinen Übertrag auf die nächstfolgende Stelle. Bei den zweituntersten Stellen erhalten wir als Ergebnis eine 0 mit Übertrag und bei den dritten Stellen eine L mit Übertrag. Die Addition wird dualstellenweise durchgeführt. Bezeichnet man die beiden Summanden mit a und b, das Ergebnis mit c und einen Übertrag mit Ü, so ergibt sich folgende Übersicht:

$$\begin{array}{rcl}
 a + \bar{b} & \Rightarrow & c \quad | \quad \bar{u} \\
 a + b & \Rightarrow & \bar{c} \quad | \quad u \\
 a + b + u & \Rightarrow & c \quad | \quad \bar{u}
 \end{array}$$

Der Übertrag ü muß natürlich, falls vorhanden, als dritter Summand in die nächstfolgende Addition mit eingehen.

### Subtraktion

Die Subtraktion läßt sich mit dem gewählten Zahlenbeispiel leicht darstellen:

$$7 - 6 = 1 \qquad \text{also} \qquad
 \begin{array}{r}
 L L L \\
 - L L 0 \\
 \hline
 0 0 L
 \end{array}$$

# Abläufe von Additionsvorgängen

Die Spalten der nachfolgenden Zusammenstellungen sind mit A, B, C, D bezeichnet und haben folgende Bedeutung:

A = Nr. der Konjunktion auf dem Schaltbild

B = Verknüpfung der Operanden

C = Übertrag a\* vorhanden?

D = Ergebnis am Ausgang a

Zur Vereinfachung sind stets die beiden Summanden 7 und 6 angenommen, also  $\langle a \rangle = 7$  und  $\langle m \rangle = 6$ . Die dualstellenweise Addition ist mit "Schritte" bezeichnet.

Beispiel Am (Add. =  $A_0 \wedge W_1$ )

	A	B	C	D
1. Schritt	3	$e_1 \wedge \bar{e}_2 \wedge \bar{e}^* \wedge \text{Add.}$	nein	L
2. Schritt	12	$e_1 \wedge e_2 \wedge \text{Add.}$	ja	0
3. Schritt	4 u. 12	$e_1 \wedge \bar{e}_2 \wedge e^* \wedge \text{Add.}$ u. $e_1 \wedge e_2 \wedge \text{Add.}$	ja	L
4. Schritt	1	$\bar{e}_1 \wedge \bar{e}_2 \wedge e^* \wedge \text{Add.}$	nein	L
Ergebnis:				L L 0 L = 13

Beispiel Bm (Add. =  $A_0 \wedge W_1$ )

	A	B	C	D
1. Schritt	keine	keine	nein	0
2. Schritt	2	$\bar{e}_1 \wedge e_2 \wedge \bar{e}^* \wedge \text{Add.}$	nein	L
3. Schritt	2	$\bar{e}_1 \wedge e_2 \wedge \bar{e}^* \wedge \text{Add.}$	nein	L
4. Schritt	keine	keine	nein	0
Ergebnis:				0 L L 0 = 6

Beispiel: Um (Add. =  $U_0 \wedge W_1$ ). Umlauf des Akkus über das OP-Werk während des Umspeicherns.

	A	B	C	D
1. Schritt	3	$e_1 \wedge \overline{e_2} \wedge \overline{e^*} \wedge \text{Add.}$	nein	L
2. Schritt	3	$e_1 \wedge \overline{e_2} \wedge \overline{e^*} \wedge \text{Add.}$	nein	L
3. Schritt	3	$e_1 \wedge \overline{e_2} \wedge \overline{e^*} \wedge \text{Add.}$	nein	L
4. Schritt	keine	keine	nein	0
Ergebnis:				0 L L L = 7

Beispiel: Em (Add. =  $E_0 \wedge W_1$ ) ist identisch mit Um. Umlauf des Akkus über das Op-Werk während eines E-Befehles.

Beispiel:  $GA_0+t$  (Add. =  $G \wedge W \wedge \overline{R_1}$ ), wie bei Bm. Bei den übrigen G-Befehlen wie bei Am.

Beispiel: PQRVAK 27 - 41, hierbei handelt es sich um einen Wiederholungsbefehl (Add. =  $W_2 \wedge \overline{W_4}$ ). Ablauf wie bei Am.

### Subtraktionsvorgänge

Vom Inhalt des Akkumulators soll eine Zahl subtrahiert werden.

$\langle a \rangle$	=	22	Duale	0 L 0 L L 0
$\langle m \rangle$	=	-9	Darstellung	- 0 0 L 0 0 L
Ergebnis:		13		0 0 L L 0 L

Beispiel: Sm (Subt. = So  $\wedge$  W1)

	A	B	C	D
1. Schritt	7	$\overline{e1} \wedge e2 \wedge \overline{e*} \wedge \text{Subt.}$	ja	L
2. Schritt	keine	keine	nein	0
3. Schritt	3	$e1 \wedge \overline{e2} \wedge \overline{e*} \wedge \text{Subt.}$	nein	L
4. Schritt	7	$e1 \wedge e2 \wedge \overline{e*} \wedge \text{Subt.}$	ja	L
5. Schritt	keine	keine	nein	0
6. Schritt	keine	keine	nein	0

Ergebnis: 0 0 L L 0 L = 13

Zur Übung sei noch ein weiteres Beispiel für die Subtraktion gegeben:

$$\begin{array}{rcl} \langle a \rangle & = & 64 \\ \langle m \rangle & = & -25 \\ \hline & & 39 \end{array}$$

Duale Darstellung

L	0	0	0	0	0	0	0
-	0	0	L	L	0	0	L
<hr/>							
0	L	0	0	L	L	L	L

	A	B	C	D
1. Schritt	7	$\overline{e1} \wedge e2 \wedge \overline{e*} \wedge \text{Subt.}$	ja	L
2. Schritt	6	$\overline{e1} \wedge \overline{e2} \wedge e* \wedge \text{Subt.}$	ja	L
3. Schritt	6	$\overline{e1} \wedge \overline{e2} \wedge e* \wedge \text{Subt.}$	ja	L
4. Schritt	13	$\overline{e1} \wedge e2 \wedge e* \wedge \text{Subt.}$	ja	0
5. Schritt	13	$\overline{e1} \wedge e2 \wedge e* \wedge \text{Subt.}$	ja	0
6. Schritt	6	$\overline{e1} \wedge \overline{e2} \wedge e* \wedge \text{Subt.}$	ja	L
7. Schritt	keine	keine	nein	0

Ergebnis: 0 L 0 0 L L L = 39

Beispiel: PQPPLVAH 27 - 41 (schnelle Division). Wiederholungsbeehl mit W4. Subt. = W4. Subtraktion wie bei Sm.

### Umgekehrte Subtraktion

Vom Inhalt der aufgerufenen Trommelzelle soll der Inhalt der aufgerufenen Schnellspeicheradresse subtrahiert werden (umgekehrte Subtraktion).

```

<t> = 22      Duale Darstellung  0 1 0 1 1 0  e2!
<s> = -9      - 0 0 1 0 0 1  e1!
      13      0 0 1 1 0 1

```

Beispiel:  $USs+t$  (Steuergrösse ist  $To \wedge W1$ )

	A	B	C	D
1. Schritt	9	$e1 \wedge \bar{e}2 \wedge \bar{e}^* \wedge To$	ja	I
2. Schritt	keine	keine	nein	O
3. Schritt	2	$\bar{e}1 \wedge e2 \wedge \bar{e}^* \wedge To$	nein	L
4. Schritt	9	$e1 \wedge \bar{e}2 \wedge \bar{e}^* \wedge To$	ja	L
5. Schritt	keine	keine	nein	O
6. Schritt	keine	keine	nein	O

Ergebnis:  $001101 = 13$

### Intersektion

Der Inhalt der aufgerufenen Trommel bzw. Schnellspeicher-  
adresse soll mit dem Inhalt des Akkumulators konjunktiv über-  
lagert werden.

e1: <a> = L O L O L L O  
e2: <t> = L O O L O O L



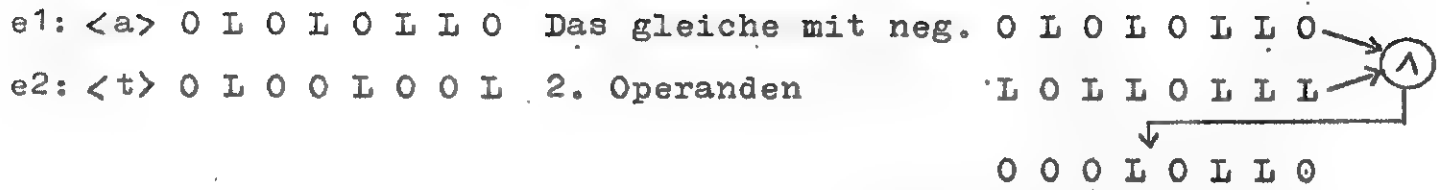
L O O O O O O

Beispiel: Io+t (Steuergrösse ist Io ∧ W1)

	A	B	C	D
1. Schritt	keine	keine	nein	0
2. Schritt	keine	keine	nein	0
3. Schritt	keine	keine	nein	0
4. Schritt	keine	keine	nein	0
5. Schritt	keine	keine	nein	0
6. Schritt	keine	keine	nein	0
7. Schritt	5	e1 ∧ e2 ∧ Io	nein	L
Ergebnis:				L O O O O O O

### Intersektion mit negativem 2. Operanden

Der Inhalt des Akkumulators soll mit dem negativen Inhalt der  
aufgerufenen Trommel- oder Speicherzelle konjunktiv überlagert  
werden.

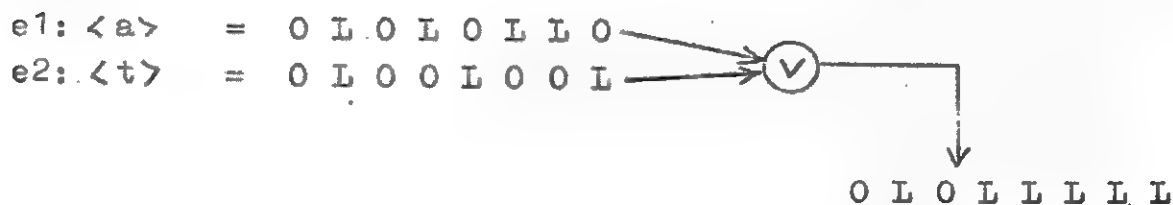


Beispiel: ISo+t (Steuergrösse ist ISo ∧ W1)

	A	B	C	D
1. Schritt	15	$e2 \wedge \overline{e*} \wedge ISo$	ja	0
2. Schritt	10	$e1 \wedge \overline{e2} \wedge e* \wedge ISo$	ja	L
	16	$u. e* \wedge ISo$		
3. Schritt	10	$e1 \wedge \overline{e2} \wedge e* \wedge ISo$	ja	L
	16	$u. e* \wedge ISo$		
4. Schritt	16	$e* \wedge ISo$	ja	0
5. Schritt	10	$e1 \wedge \overline{e2} \wedge e* \wedge ISo$	ja	L
	16	$u. e* \wedge ISo$		
6. Schritt	16	$e* \wedge ISo$	ja	0
7. Schritt	16	$e* \wedge ISo$	ja	0
8. Schritt	16	$e* \wedge ISo$	ja	0
Ergebnis:				0 0 0 L 0 L L 0

### Log. Disjunktion

Es soll der Inhalt des Akkumulators mit dem Inhalt der aufgerufenen Trommel bzw. Schnellspeicherzelle disjunktiv überlagert werden.





Beispiel:  $\emptyset_0 + t$  (Steuergrösse ist  $0_0 \wedge W1$ )

	A	B	C	D
1. Schritt	2	$\overline{e1} \wedge e2 \wedge \overline{e^*} \wedge 0_0$	nein	L
2. Schritt	3	$e1 \wedge \overline{e2} \wedge \overline{e^*} \wedge 0_0$	nein	L
3. Schritt	3	$e1 \wedge \overline{e2} \wedge e^* \wedge 0_0$	nein	L
4. Schritt	2	$\overline{e1} \wedge e2 \wedge \overline{e^*} \wedge 0_0$	nein	L
5. Schritt	3	$e1 \wedge \overline{e2} \wedge e^* \wedge 0_0$	nein	L
6. Schritt	keine	keine	nein	0
7. Schritt	5	$e1 \wedge e2 \wedge 0_0$	nein	L
8. Schritt	keine	keine	nein	0

Ergebnis: 0 L 0 L L L L L

Alle Abläufe mit den einzelnen Steuergrössen können mit Hilfe dieser Zusammenstellungen für beliebige Dualzahlenkombinationen dargestellt werden.

### Kapitel III

#### 3. Beschreibung der wichtigsten Befehlesabläufe

##### Sprungbefehl "E"

Beispiel:  $Eo+t$ ,

Wirkung:  $\langle t \rangle \longrightarrow b$ ,  $Eo + (t+1) \longrightarrow c$ ,  $\langle a \rangle \longrightarrow a$ .

Der Befehl  $Eo+t$  wird von  $c$  kommend über die Sammeldisjunktion 1 auf den Eingang des Befehlsregisters gebracht. Unter der Annahme, daß es sich z.B. um die Adresse 2000 handelt, wird diese mit Hilfe des Schiebeimpulses  $Ps$  1 - 40 bei gleichzeitiger Anwesenheit von  $\overline{E3} \wedge W \wedge \overline{R1}$  (Konjunktion LW 2) in die Trommeladressenstellen des Befehlsregisters hineingeschoben. Die Erzeugung des Schiebeimpulses geschieht in der Konjunktion 3 (LW), Schiebeimpuls  $b = Ps$  1 - 40 ( $\overline{E3} \wedge W \wedge \overline{R1}$ )  $\wedge \overline{K}$ . Am Ende dieses Vorganges steht die Adresse 2000 in den Trommeladressenstellen des Befehlsregisters. Da durch das Nichtvorhandensein von Operationszeichen die Grösse  $\overline{U} \wedge \overline{A} \wedge \overline{S}$  vorhanden ist, erhalten wir einen E-Befehl, der zur Zeit  $Ps$  41 bzw. 42 parallel in das Steuerregister übernommen wird. Die Parallel-Übernahme ist angedeutet durch die Rechtecke auf dem logischen Schaltbild zwischen dem Befehlsregister und dem Steuerregister. Zu Beginn der nächsten Wortzeit wird von der Trommel der Inhalt von 2000 über die Leseverstärker L1 und L2 nach der Abfrage mit der Grösse  $\overline{W21}$  (Konjunktion 4 im RW) auf die Konjunktion 5 geschaltet, auf die die Grössen  $\overline{K} \wedge Eo \wedge W1$  eingehen.  $\overline{K}$  muß positiv sein, da kein  $K$  im Steuerregister steht,  $Eo \wedge W1$  ist vorhanden wegen des E-Befehls. Somit kommt  $\langle 2000 \rangle$  über die nachgeschaltete Disjunktion 6 auf das Flip-Flop D 32. Von hier aus geht die Information über die nachgeschaltete Disjunktion 7 auf die Disjunktion 1 (LW) am Eingang des Befehlsregisters, wo sie wiederum mit dem  $PS$  1 - 40 in das Befehlsregister hereingebracht wird. Es steht nach

Durchführung dieser Operation nun der Inhalt von 2000 (z.B. ein Arbeitsbefehl) im Befehlsregister, der nun in der nächsten Wortzeit ausgeführt wird. Gleichzeitig steht  $Eo+2001$  im Befehlszählregister.

Während der Zeit, in der dieser Arbeitsbefehl ausgeführt wird, wird der Inhalt des Befehlsregisters gelöscht. Ausnahmen sind Wiederholungsbefehle und Blocktransferbefehle.

Der Inhalt von c wird über die Konjunktion 4 (LW) gleichzeitig in das Befehlsregister gebracht, wodurch der nächste E-Befehl zum Aufrufen des nächsten Arbeitsbefehles von der Trommel bereitgestellt wird. Das Einführen des Inhaltes von c nach b an der Konjunktion 4 unterliegt folgenden Bedingungen:

$\langle c \rangle \rightarrow b$ , wenn  $W1 \wedge \overline{E5} \wedge \overline{Eo} \wedge W1 \wedge (W13 \wedge \overline{W1})$  vorhanden ist. Da in dem Augenblick, in dem der neue E-Befehl nach b kommt, dort noch ein Arbeitsbefehl vorhanden ist, ist die Grösse  $\overline{Eo} \wedge \overline{W1}$  jetzt positiv, sodaß dieses Tor nun geöffnet ist.

Steht dagegen im Befehlsregister ein E-Befehl, dann ist die Grösse  $\overline{Eo} \wedge \overline{W1}$  negativ und die evtl. in c befindliche Adresse des vorhergehenden Arbeitsbefehles wird an der Konjunktion 4 gelöscht. Es darf vom Befehlszählregister kein Arbeitsbefehl nach b kommen.

Handelt es sich um einen EK-Befehl, so wird jetzt der Inhalt einer Schnellspeicheradresse nach b gebracht. Nach der Parallel-Übernahme Kernspeicher - Pufferspeicher s verläßt der aufgerufene Zelleninhalt dieses Register, geht über die Sammeldisjunktion S (RW), von da aus auf das Flip-Flop D 35 und kommt nun auf Konjunktion 8 (RW), wo wiederum mit der Grösse  $(Eo \wedge W1) \wedge K$  abgefragt wird. Der Weg von der Trommel zur Konjunktion 5 (RW) ist wegen des K nun gesperrt. Nach der Konjunktion 8 nimmt die Information den gleichen Weg

wie vorher beschrieben.

Handelt es sich um einen E-Befehl mit Doppeladresse und einem Bedingungszeichen (z.B. PEs+t), so wird ebenfalls der Inhalt der aufgerufenen Trommelzelle nach b gebracht, was aber vom Inhalt der bei diesem Befehl stehenden Schnellspeicheradresse abhängig gemacht wird.

Mit dem Befehl PEs+t kommt also  $\langle t \rangle \longrightarrow b$ , wenn  $\langle s \rangle \geq 0$  ist.

Beispiel: Es+t in Verbindung mit P oder Q

z.B. PEs+t

Wirkung:  $\langle t \rangle \longrightarrow b$ , wenn  $\langle s \rangle \geq 0$ .  
Es+ (t+1')  $\longrightarrow c$ ,  $\langle a \rangle \longrightarrow a$

Nachdem der Befehl PEs+t in das Befehlsregister hereingeschoben wurde, wird das Flip-Flop W5 im Leitwerk zur Zeit Ps 42 in L gesetzt. An der Konjunktion 9 LW stehen ab der Zeit 40  $E^* \wedge \bar{K} \wedge (\bar{G1} \wedge \bar{G2})$ , und Schnellspeicheradresse 0\* ab 40,5 zur Verfügung. Die Konjunktion 9 erfüllt sich zur Zeit Ps 42 und setzt W5 in L. W5 wird benötigt, um über die Bedingungszeichenentschlüsselung R0 zu steuern, (siehe Beschreibung "Entschlüsselung der Bedingungszeichen").

Bei erfüllter Bedingung kommt der Inhalt der aufgerufenen Trommelzelle über die Konjunktion 5 in RW, Disjunktion 6 in RW und Disjunktion 7 in RW in das Befehlsregister. Dies ist der gleiche Informationsweg wie bei dem Befehl Eo+t. Es wird lediglich die Ausführung des E-Befehles vom Inhalt der beim vorliegenden Befehl angegebenen Schnellspeicheradresse abhängig gemacht (P oder Q).

Ist N zusätzlich im Befehl vorhanden, so wird bei Ausführung des Befehles der Akkumulator gelöscht. N geht nicht mit ins Befehlsregister. Dies gilt für alle E-Befehle.

Beispiel: EKs+o

Wirkung:  $\langle s \rangle \rightarrow b$ ,  $EK(s+1) + o \rightarrow c$ ,  $\langle a \rangle \rightarrow a$

Der Befehl EKs+o wird mit dem Schiebeimpuls Ps 1 - 40 in das Befehlsregister hereingeschoben. Der Inhalt der durch den EK-Befehl aufgerufenen Schnellspeicherzelle gelangt im folgenden Worttransport zur Zeit 43 in das Pufferregister "s". Mit dem Schiebeimpuls Ps 0 - 40 wird dieser Befehl über D 35 auf die Konjunktion 8 RW gebracht. Da die Grössen  $K \wedge EoAW1$  vorhanden sind, ist diese Konjunktion geöffnet und die Information gelangt über Disjunktion 7 in RW auf die Disjunktion 1 (LW), auf den Eingang des Befehlsregisters. Mit dem Ps 1 ÷ 40 wird die Information in das Befehlsregister hereingeschoben. Der vorher in b stehende EK-Befehl wird während dieses Vorganges über das +1'-Addierwerk nach dem Schnellspeicher c gebracht. Damit steht im Befehlsregister der Inhalt des durch den EK-Befehl aufgerufenen Schnellspeichers (z.B. ein Arbeitsbefehl), während der EK-Befehl als  $EK(s+t)+o$  im Befehlszählregister steht.

Beispiel: EKs+t

Wirkung:  $\langle s \rangle \rightarrow b$ ,  $EKs + (1+1') \rightarrow c$      $\langle a \rangle \rightarrow a$

Das Aufrufen der Schnellspeicheradresse s erfolgt bei dem Befehl EK s+t in der gleichen Weise wie bei dem Befehl EKs+o.

Da nun außer der Schnellspeicheradresse noch eine Trommeladresse vorhanden ist, so kann an der Konjunktion 5 (LW) der Ausgang nicht erfüllt sein, was wiederum an dem Ausgang des Negators 6 (LW) ein positives Ausgangssignal zur Folge hat. Damit ist aber die Konjunktion 7 (LW) erfüllt, wodurch nun die Trommeladresse um 1' erhöht wird. Die Schnellspeicheradresse dagegen kann jetzt nicht erhöht werden, da an der Konjunktion 8 (LW) einmal kein W13 vorhanden ist, und zum anderen die Konjunktion 5 (LW) ein negatives Ausgangssignal liefert. Somit ist die Konjunktion 8 (LW) nicht erfüllt.

Der Befehl EKs+t kann zum Zählen benutzt werden, wobei der Inhalt von s sofort ins Befehlsregister gerufen wird, bis die Trommeladressenstellen durch fortwährend Aufaddieren bei jedem Worttransport Null geworden ist. Ein in S stehender Arbeitsbefehl kann dadurch mehrmals hintereinander ausgeführt werden.

## Addition A

Beispiel:  $Ao+t \langle a \rangle + \langle t \rangle \longrightarrow a, \langle c \rangle \longrightarrow b$

Der Befehl  $Ao+t$  befindet sich ab der Zeit 40 in  $b$  und wird zur Zeit 41 bzw. 42 nach  $r$  übernommen. Nach erfolgter Adressenanwahl und Worttransportauslösung (Sektorwelle!) kommt der Inhalt der aufgerufenen Zelle von der Trommel über  $L1$  und  $L2$  auf die Konjunktion 4 (RW). Diese Information gelangt nun auf die Konjunktion 9 (RW), wo sie mit der Grösse  $\overline{Uo} \wedge W1 \wedge (\overline{C} \wedge \overline{K}) \wedge \overline{Eo} \wedge W1$  abgefragt wird. Die Einzelgrössen sind alle positiv, da  $\overline{Uo}$  wegen des Befehlszeichens  $A$  vorhanden ist,  $W1$  wegen des Worttransportes,  $\overline{C} \wedge \overline{K}$  ist vorhanden, da beide Operationszeichen nicht vorkommen,  $\overline{Eo} \wedge W1$  ist wegen des Arbeitsbefehls ebenfalls positiv. Über die nachgeschaltete Sammeldisjunktion 10 (RW) kommt nun der Zelleninhalt über  $D 31$  auf den Eingang 2 des Operations-Werkes.

Gleichzeitig mit dem Lesen der Trommelzelle  $t$  wird auch der Inhalt des Akkumulators auf den Eingang 1 des Operationswerkes gebracht. Der Akkumulator erhält seinen Schiebeimpuls über die Konjunktionen 11 und 12 (RW). Dieser setzt sich zusammen aus den Grössen  $Wo \wedge Ps \ 0 \div 40 \wedge \overline{Uo} \wedge W1 \wedge \overline{Adr.4}$ . Beim vorliegenden Befehl sind diese Grössen positiv. Die Information verläßt den Akku hinter  $X41$ , geht auf die Konjunktion 13 (Abfrage mit  $\overline{R} \wedge \overline{LL}$ ), (RW), von da aus über die Sammeldisjunktion 14 und gelangt auf die Konjunktion 15 (RW). An dieser Konjunktion sind alle beteiligten Grössen positiv. Über die Disjunktion 16 geht  $\langle a \rangle$  über  $D 30$  auf den Eingang 1 des Operations-Werkes.

Die Addition beider Speicherinhalte erfolgt durch die Grösse  $Ao \wedge W1$ , die über die Disjunktion 17 (RW) in das Operationswerk eingeht.

Dort werden die beiden Speicherinhalte addiert und die Summe gelangt auf die Konjunktion 18 (RW), deren übrigen Eingänge positiv sind und über die Disjunktion 19 wieder in den Akku. An der Disjunktion 26 (RW) ist beim vorliegenden Beispiel  $\bar{C} \wedge \bar{K} \wedge \text{Ssp.Ao}$  positiv. Der jetzt negative Ausgang des Negators 27 (RW) sperrt ferner den Zugang zur Schreibleitung an der Konjunktion 29 (RW).

Beispiel:  $\text{AKs}+o \quad \langle a \rangle + \langle s \rangle \longrightarrow a, \langle c \rangle \longrightarrow b$

Der Befehl  $\text{AKs}+o$  gelangt, wie schon vorher beschrieben, mit dem Ps 1 - 40 in das Befehlsregister. Er wird mit dem PS 41 bzw. 42 parallel nach r übernommen. Zur Zeit 43 wird der Inhalt der aufgerufenen Schnellspeicheradresse parallel in das Pufferregister s übernommen, das vorher mit dem Ps 42 gelöscht wurde. Mit dem Ps 0 - 40 wird dieses Register nun leergeschoben, wobei der Inhalt einmal auf den Eingang 2 des Operationswerkes gebracht wird, und zum anderen über das Flip-Flop D 35 und die nachgeschaltete Konjunktion 20 (RW) und über die Disjunktion 21 (RW) wieder auf den Eingang des Pufferregisters S gelangt. Die Grösse  $\bar{U}1$  ist bei AK positiv, so daß die Konjunktion 20 im vorliegenden Beispiel geöffnet ist.

Auf dem Weg zum Eingang 2 des Operationswerkes wird der Inhalt der Adresse s vor dem Flip-Flop D 35 abgezweigt und gelangt auf die Konjunktion 22 (RW), die mit der Grösse  $W1 \wedge \bar{E}o \wedge \bar{W}1 \wedge \bar{U}o \wedge (\bar{C} \wedge K \wedge \text{Tr.A.o})$  geöffnet wird. Die Information durchläuft die Disjunktion 10 (RW) und kommt über D 31 auf den Eingang 2 des Operations-Werkes. Die Addition des Akkumulatorinhaltes, bzw. die Zuführung zum Operationswerk (Eingang 1) geschieht auf die gleiche Weise wie beim Beispiel  $\text{Ao}+t$ . Nach erfolgter Addition gelangt die Summe beider Speicherinhalte in den Akku.



Am Ende dieser Wortzeit wird der Inhalt des Pufferregisters  $s$  zur Zeit 40,75 wieder parallel in den Kernspeicher zurückgeschrieben, da der Inhalt der Kernspeicherzelle beim Lesen gelöscht wurde und daher regeneriert werden muß. Der Rücklauf zur Schreibleitung ist ferner an der Konjunktion 29 (RW) gesperrt.

Der E-Befehl, z.B.  $Eo+t$ , der den Arbeitsbefehl  $AKs+o$  ins Befehlsregister brachte, geht während der Ausführung des Letzteren als  $Eo(t+1')$  ins Befehlsregister.

Beispiel:  $As+t \langle s \rangle + \langle t \rangle \longrightarrow s, \langle c \rangle \longrightarrow b, \langle a \rangle \longrightarrow a$

Der Befehl  $As+t$  kommt wie üblich mit dem Schiebeimpuls  $Ps$  1 - 40 in das Befehlsregister. Operationszeichen und Adressen werden zur Zeit 41 bzw. 42 parallel ins Steuerregister übernommen. Es es sich um einen Trommelbefehl handelt, kommt der Worttransport zur Zeit 43. Nun wird zur Zeit 43 der Inhalt der aufgerufenen Schnellspeicheradresse parallel aus dem Kernspeicher in das Pufferregister  $s$  geschoben. Mit dem nun folgenden Schiebeimpuls  $Ps$  0 - 40 wird der Inhalt über die Sammeldisjunktion  $S$  und über die Konjunktion 23 (RW) auf den Eingang 1 des Op-Werkes geschaltet. Die Konjunktion 23 ist geöffnet mit  $W1, \bar{N}$  und dem nun positiven Ausgang des Negators 24 (RW). Alle Grössen, die vor dem Negator auf eine Disjunktion auflaufen, sind nicht vorhanden. Somit negativer Eingang am Negator 24 (RW) und keine erfüllte Konjunktion 15 (RW). Der Akkumulatorzu-  
lauf ist also gesperrt. Der Akkumulatorinhalt läuft aber jetzt über  $D$  40 und die Konjunktion 25 (RW) wieder zurück in den Akku.

Diese Konjunktion ist nun geöffnet, da alle Grössen an der Disjunktion 26 (RW) nicht vorhanden sind und hinter dem Negator 27 (RW) positive Spannung herrscht.

Diese wirkt über die Disjunktion 28 (RW) auf die Konjunktion 25 (RW).

Die Trommelinformation geht über Konjunktion 9 auf die Disjunktion 10 und von da aus über D 31 auf den Eingang 2 des Op-Werkes. Die Summe beider Speicherinhalte geht über die Konjunktion 29 (RW) auf die Disjunktion 21 (RW) und von da aus auf die Schreibleitung und wird wieder in das Pufferregister S hereingeschoben. Zur Zeit 40,75 wird der Inhalt des Pufferregisters ( <s> + <t> ) wieder in den Kernspeicher parallel zurückgeschrieben. Die Regeneration des Pufferregisters S kann in diesem Fall natürlich nicht stattfinden, da der positive Ausgang der Konjunktion 30 (RW) über die nachgeschaltete Disjunktion 31 (RW) auf den Negator 32 (RW) einwirkt, der nun einen negativen Ausgang liefert. Damit ist die Konjunktion 20 (RW) oberhalb D 35 nicht erfüllt und damit keine Regeneration möglich.

Bemerkung:

Ist statt A im Befehl S vorhanden, so werden die Inhalte der aufgerufenen Speicher auf die Eingänge 1 und 2 des Op-Werkes gebracht wie bei A, in dem nun die Subtraktion durchgeführt wird (siehe Beschreibung Op-Werk).

Bei N im Befehl wird an der Konjunktion 15 (RW) der Inhalt des zulaufenden Akkus gelöscht, an der Konjunktion 23 (RW) dagegen der Inhalt der aufgerufenen Schnellspeicheradresse falls es sich um einen Doppel-Adress-Befehl handelt.

Beispiel:  $Uo+t \quad \langle a \rangle \longrightarrow t, \langle a \rangle \longrightarrow a, \langle c \rangle \longrightarrow b$

Der Befehl  $Uo+t$  kommt wie schon vorher beschrieben, ins Befehlsregister. Da es sich um einen Trommelbefehl handelt, kommt der Worttransport nach erfolgter Sektorwahl zur Zeit 43. Der Inhalt des Akkumulators wird in die angewählte Trommelzelle  $t$  umgespeichert. Damit  $\langle a \rangle$  zeitlich richtig in die angewählte Trommelspeicherzelle eingeschoben wird (Wellenschifterzeugung), wird das 40. Bit des Akkumulators zur Zeit  $Pl\ 44,5$  abgefragt und das 39. Bit zur Zeit 45. Der nun folgende Schiebeimpuls für den Akku  $Ps\ 0 - 40$  schiebt nun den Inhalt des Akkumulators heraus, wobei die nun folgenden Bits an der Konjunktion 32 (RW) zusammen mit  $P\ 45 - 38$  auf den Eingang 4a und die Disjunktion 33 (RW) auf die Schreibverstärker der Trommel gebracht werden. Das 40. Bit trifft also über Konjunktion 34 (RW) zur Zeit  $Pl\ 44,5$  am Eingang 4b der Trommeleingangsschaltung ein. Die übrige Akkumulatorinformation erscheint über die Konjunktion 32 mit  $P\ 45 - 38$  am Eingang 4a der Trommeleingangsschaltung.

Das Wort wird durch die Schreibverstärker  $SV1, SV2$  und  $SV3$  in die Wellenschrift umgewandelt und über die Konjunktion 35 (RW) auf die Trommel geschrieben.

Gleichzeitig wird der Inhalt des Akkus wieder in den Akku gespeichert. Dies geschieht über die Konjunktion 13 und Disjunktion 14, Konjunktion 15 und Disjunktion 16 (alle in RW), wobei der Inhalt des Akkus über den Eingang 1 des Op-Werkes wieder in den Akkumulator zuläuft. Das Op-Werk wird dabei geschaltet mit der Grösse  $Uo \wedge W1$  an der Disjunktion 17 (RW). Der Zugang zum Akkumulator ist geöffnet durch die Grösse  $\overline{U} \wedge \overline{K} \wedge \text{Schnellspeicheradresse } 0$  an der Disjunktion 26 über die Konjunktion 18 (RW). Das gleiche gilt für die Disjunktion 42 (RW).

Während der Durchführung der Operation kommt über die Konjunktion 4 (LW) und die Disjunktion 1 (LW) der  $\langle c \rangle \longrightarrow b$  (neuer E-Befehl).

Beispiel: UKs+o     $\langle a \rangle \longrightarrow s$ ,  $\langle a \rangle \longrightarrow a$ ,  $\langle c \rangle \longrightarrow b$

Der Befehl UKs+o kommt wie üblich ins Befehlsregister bzw. ins Steuerregister. Auf dem Wege zur Schreibleitung verläßt die Information den Akkumulator hinter X41 und geht über D 33 und über die Konjunktion 36 (RW) auf die Disjunktion 21 (RW) und auf die Schreibleitung. Dabei wird  $\langle a \rangle$  auf den Eingang des Pufferregisters S gebracht und dort mit dem Ps 0 - 40 in dieses hereingeschoben. Der ursprüngliche  $\langle s \rangle$  kann nicht regeneriert werden, da die Konjunktion 20 (RW) wegen dem negativen  $\overline{U}$  gesperrt ist.

Der Inhalt des Akkumulators wird beim vorliegenden Befehlsbeispiel wieder in den Akkumulator zurückgeschrieben. Dies geschieht über die Konjunktion 13 (RW) und die Disjunktion 14 (RW), sowie die Konjunktion 15 (RW) und die Disjunktion 16 (RW) und über das Op-Werk. Konjunktion 15 (RW) ist geöffnet, da außer den Grössen  $\overline{G} \wedge \overline{N} \wedge W_0$  auch  $\overline{C} \wedge \overline{K} \wedge \text{Trommeladresse } 0$  vorhanden ist.

Der Ausgang des Op-Werkes wird nun über die Konjunktion 18 (RW) und die Disjunktion 19 (RW) dem Eingang des Akkumulators zugeführt, wodurch  $\langle a \rangle$  wieder in den Akku zurückkehrt.

Der ursprüngliche  $\langle s \rangle$  kann nicht zum Op-Werk gelangen, da mit U die Konjunktion 22 (RW) gesperrt ist und außerdem die Konjunktion 23 (RW) wegen dem Negator 24, an dessen Eingang die Grösse  $\overline{C} \wedge \overline{K} \wedge \text{Trommeladresse } 0$  positiv ist, was einen negativen Ausgang des Negators zur Folge hat. Dadurch ist die Konjunktion 23 (RW) ebenfalls gesperrt. Schließlich wird an der Konjunktion 29 (RW) verhindert, daß der Ausgang des Op-Werkes auf die Schreibleitung gelangt, da jetzt die Grösse  $\overline{C} \wedge \overline{K} \wedge \text{Trommeladresse } 0$  an der Disjunktion 26 (RW) einen negativen Ausgang des Negators 27 (RW) zur Folge hat und die Konjunktion 29 (RW) also sperrt. Der  $\langle a \rangle$  kann also nur über die Konjunktion 36 (RW) auf die Schreibleitung kommen.

Während dieser Operation gelangt der  $\langle c \rangle \longrightarrow b$ , d.h., es kommt der nächste E-Befehl in das Befehlsregister.

Beispiel:  $Us+t \quad \langle s \rangle \longrightarrow t, \langle s \rangle \longrightarrow s, \langle c \rangle \longrightarrow b, \langle a \rangle \longrightarrow a$

Der Inhalt der aufgerufenen Schnellspeicheradresse gelangt zur Zeit 43 parallel in das Pufferregister S. Das 40. Bit wird über die Konjunktion 37 (RW) zusammen mit verb.Adr. und dem Pl 44,5 auf den Eingang sb der Trommel gebracht. (Disjunktion 38 (RW)). Das 39. Bit und die übrige Information gelangt über die Konjunktion 39 (RW) mit dem Ps 45 - 38 auf den Eingang sa der Trommel (Disjunktion 38 (RW)). Die Beschreibung der Wellenschrifterzeugung und der Trommeleingangsschaltung erfolgt in einem anderen Abschnitt.

An der Konjunktion 40 (RW) wird das umgespeicherte Wort noch einmal abgefragt mit den Grössen  $\overline{W21} \wedge (Uo \wedge W1) \wedge (\overline{C} \wedge \overline{K} \wedge \text{Schnellspeicheradresse } 0)$ . Neben  $Uo \wedge W1$  ist jetzt  $\overline{C} \wedge \overline{K} \wedge \text{Schnellspeicheradresse } 0$  maßgebend für das Öffnen der Konjunktion 40, während die Zuleitung vom Akkumulator an der Konjunktion 41 (RW) geschlossen ist, da dort  $\overline{C} \wedge \overline{K} \wedge \text{Schnellspeicheradresse } 0$  jetzt negativ ist. Der Inhalt des Schnellspeichers muß regeneriert werden. Dies geschieht über die Abzweigung vor D 35 und über die Konjunktion 23 (RW), sowie über das Op-Werk. Ein anderer Weg ist für die Regeneration nicht möglich, da einmal die Konjunktion 20 wegen dem negativen  $\overline{U1}$  geschlossen ist und andererseits die Konjunktion 22 (RW) wegen dem negativen  $\overline{U0}$  ebenfalls geschlossen ist. Die Regeneration erfolgt hinter dem Op-Werk über die Konjunktion 29 (RW) und die Disjunktion 21 (RW).

Der Umlauf des Akkumulators erfolgt jetzt über D 40 und die Konjunktion 25 (RW) und die Disjunktion 19 (RW). Konjunktion 25 (RW) ist geöffnet, da an der Disjunktion 26 keine der dort angegebenen Grössen vorhanden ist und daher hinter der Negation 27 (RW) positive Spannung herrscht, die auf die Konjunktion 25 (RW) eingeht.

Die Konjunktion 20 (RW) (üblicher Regenerationsweg) ist, wie schon erwähnt, nicht erfüllt, (negatives  $\overline{U1}$ ), da die Konjunktion 30 (RW) wegen dem negativen Ausgang des Negators 27 (RW) und dem vorhandenen W1 eine positive Spannung auf den Negator 32 gibt, was einen negativen Ausgang zur Folge hat.

Während der Ausführung dieses Befehles gelangt der nächste E-Befehl ins Befehlsregister.

### Umgekehrte Subtraktion

Dieser Vorgang ist der gleiche wie bei S, nur sind hier die Eingangs-Operanden vertauscht.

Beispiel: USs+t

Wirkung:  $\langle t \rangle - \langle s \rangle \longrightarrow s$ ,  $\langle c \rangle \longrightarrow b$ ,  $\langle a \rangle \longrightarrow \langle a \rangle$

Der Inhalt der aufgerufenen Trommelzelle gelangt über die Konjunktion 9 (RW) und die Disjunktion 10 (RW) auf den Eingang 2 des OP-Werkes. Der Inhalt des Schnellspeichers geht über die Konjunktion 23 (RW) und Disjunktion 16 (RW) auf den Eingang 1 des OP-Werkes. Im Op-Werk wird die umgekehrte Subtraktion mit Hilfe der Grösse  $To \wedge W1$  durchgeführt. Vom Akkumulator aus kann nichts auf den Eingang des OP-Werkes gelangen, da der Ausgang der Disjunktion 42 (RW) negativ ist. An dieser Disjunktion ist beim vorliegenden Befehl keine der dort angegebenen Grössen vorhanden. Der Inhalt des Akkumulators kreist über D 40 und die Konjunktion 25 (RW), die wegen dem positiven Ausgang des Negators 27 (RW) geöffnet ist.

Der normale Akkumlauf über die Konjunktion 18 (RW) ist jetzt gesperrt, da auch an der Disjunktion 26 keine der dort angegebenen Grössen positiv ist.

Das Resultat der umgekehrten Subtraktion geht über die Konjunktion 29 (RW) und die Disjunktion 21 (RW) auf die Schreibleitung und wird mit dem Schiebeimpuls Ps 0 - 40 in das Pufferregister S hereingebracht. Von da aus erfolgt Parallel-Übernahme in die angegebene Schnellspeicherzelle.

Gleichzeitig mit der Befehlsausführung gelangt der nächste in c stehende E-Befehl in das Befehlsregister.

### Intersektion

$$I = (U \wedge A \wedge \bar{S})$$

Beispiel:  $I_0 + t$

Wirkung:  $\langle a \rangle \wedge \langle t \rangle \longrightarrow a, \langle c \rangle \longrightarrow b$

Der Inhalt der aufgerufenen Trommeladresse gelangt über die Konjunktion 9 (RW) und die Disjunktion 10 (RW) auf den Eingang 2 des Op-Werkes. Der Inhalt des Akkumulators geht über die Konjunktion 15 (RW) und Disjunktion 16 (RW) auf den Eingang 1 des Op-Werkes. Beim vorliegenden Befehl wird das Op-Werk mit der Grösse  $I_0 \wedge W_1$  gesteuert zwecks Durchführung der konjunktiver Überlagerung beider Speicherinhalte. Die Information geht vom Ausgang des Op-Werkes über die Konjunktion 18 (RW) und Disjunktion 19 (RW) in den Akkumulator. Der Weg zur Schreibleitung der allgemeinen Schnellspeicher ist hierbei geschlossen, da die Konjunktion 29 (RW) gesperrt ist wegen des negativen Ausganges am Negator 27 (RW). Die Konjunktion 18 (RW) ist geöffnet, da an der Disjunktion 26 (RW) die Grösse  $I_0 \wedge W_1$  vorhanden ist. Der Weg zum Eingang 1 des Op-Werkes an der Konjunktion 15 (RW) für den Zulauf des Akkumulatorinhaltes ist offen, da außer  $\bar{C} \wedge \bar{N} \wedge W_0$  beim vorliegenden Befehl auch die Grösse  $\bar{C} \wedge \bar{K} \wedge \text{Schnellspeicheradresse } 0$  vorhanden ist. (Intersektionsbildung, siehe Beschreibung Op-Werk).

Gleichzeitig mit der Ausführung des Befehles kommt aus c der nächste E-Befehl nach b.



Beispiel: IKs+o

Wirkung:  $\langle a \rangle \wedge \langle s \rangle \longrightarrow a$ ,  $\langle c \rangle \longrightarrow b$

Der Inhalt der aufgerufenen Schnellspeicheradresse verläßt das Pufferregister S und gelangt über die Leseleitung auf die Konjunktion 22 (RW) sowie Disjunktion 10 (RW) auf den Eingang 2 des Op-Werkes. Außerdem wird der Inhalt der Schnellspeicherzelle über D 35, Konjunktion 20 (RW) und Disjunktion 21 (RW) regeneriert. Die Konjunktion 22 (RW) ist geöffnet, da die Konjunktion 43 (RW) erfüllt ist und der positive Ausgang auf die Konjunktion 22 miteingeht.

Der Inhalt des Akkumulators nimmt den gleichen Weg wie beim Befehl Eo+t, nur ist an der Disjunktion 42 (RW) statt  $\bar{C} \wedge \bar{K}$   $\wedge$  Schnellspeicheradresse 0 jetzt  $\bar{C} \wedge K \wedge$  Trommeladresse 0 vorhanden. Im Op-Werk wird die Intersektion ebenfalls mit Io W1 gesteuert. Das Ergebnis geht über die Konjunktion 18 (RW) in den Akkumulator. Der Zugang zur Schreibleitung für die allgemeinen Schnellspeicher ist geschlossen.

Beispiel: Is+t

Wirkung:  $\langle s \rangle \wedge \langle t \rangle \longrightarrow a$ ,  $\langle c \rangle \longrightarrow b$

Da es sich hierbei um einen Doppeladressbefehl handelt, ist die Konjunktion 15 (RW) für den Akkumulatorzulauf geschlossen. Der Inhalt des Akkus kann auch über D 40 und die Konjunktion 25 (RW) nicht regeneriert werden, da durch den positiven Ausgang der Disjunktion 26 (RW) ( $Io \wedge W1$ ) der Ausgang des Negators 27 (RW) negativ ist.

Der Inhalt der Trommelzelle geht wiederum über die Konjunktion 9 (RW) und Disjunktion 10 (RW) auf den Eingang 2 des Op-Werkes. Da nun wegen des pos. Ausgangs am Negator 24 (RW) die Konjunktion 23 geöffnet ist, geht jetzt der Inhalt der Schnellspeicheradresse über die Disjunktion 16 (RW) auf den Eingang 1 des Op-Werkes. Die Steuerung der Intersektion wird ebenfalls mit  $Io \wedge W1$  durchgeführt. Das Resultat geht über die Konjunktion 18 (RW) und die Disjunktion 19 (RW) in den Akkumulator.

IS =  $(U \wedge A \wedge S)$  Intersektion mit neg. 2. Operanden.

Die Informationswege sind bei der Intersektion mit neg. 2. Operanden die gleichen wie bei der Intersektion mit pos. 2. Operanden. Es wird lediglich mit der Grösse  $ISo \wedge W1$  das Operationswerk entsprechend gesteuert und die Konjunktion 18 (RW) für die Zuleitung zum Akkumulator geöffnet.

$\emptyset = (\bar{U} \wedge A \wedge S)$

Disjunktion (oder)

Beispiel:  $\emptyset o + t$

Wirkung:  $\langle a \rangle \vee \langle t \rangle \longrightarrow a, \langle c \rangle \longrightarrow b$

Die Information aus der aufgerufenen Trommeladresse  $t$  gelangt über den schon vorher beschriebenen Weg auf den Eingang 2 des Op-Werkes. Das gleiche gilt für den Inhalt des Akkumulators, der auf den Eingang 1 gelangt. Das Op-Werk wird jetzt mit Hilfe der Schaltgrösse  $Oo \wedge W1$  gesteuert. Die Information kommt über die Konjunktion 18 (RW), (geöffnet wegen  $\bar{C} \wedge \bar{K} \wedge$  Schnellspeicheradresse 0 an der Disjunktion 26 (RW)), in den Akkumulator. Gleichzeitig geht  $\langle c \rangle \rightarrow b$ , d.h. ein neuer E-Befehl kommt ins Befehlsregister.

Beispiel:  $\emptyset Ks+o$

Wirkung:  $\langle a \rangle \vee \langle s \rangle \longrightarrow a, \langle c \rangle \longrightarrow b$

Der Schnellspeicherinhalt geht über die Konjunktion 22 (RW) ( $\bar{C} \wedge K \wedge \text{Trommeladresse } 0 \text{ pos. an Konjunktion } 43 \text{ (RW)}$ ) und die Disjunktion 10 (RW) auf den Eingang 2 des Op-Werkes. Der Inhalt des Akkumulators nimmt den gleichen Weg wie im vorhergehenden Beispiel und kommt auf den Eingang 1 des Op-Werkes. Dies wird nun ebenfalls mit  $\emptyset o \wedge W1$  gesteuert. Das Rückschreiben in den Akku erfolgt auf die gleiche Weise wie bei  $\emptyset o+t$ , (vorhanden ist jetzt  $\bar{C} \wedge K \wedge \text{Trommeladresse } 0 \text{ an der Disjunktion } 26 \text{ (RW)}$ ). Das gleiche gilt für die Disjunktion 42 (RW).

Beispiel:  $\emptyset o+t$

Wirkung:  $\langle s \rangle \vee \langle t \rangle \longrightarrow s, \langle c \rangle \longrightarrow b, \langle a \rangle \longrightarrow a$

Da es sich hierbei um einen Doppeladressbefehl handelt, ist nun der Weg vom Akkumulator zum Op-Werk, sowie vom Op-Werk zum Akkumulator gesperrt. Dabei kreist der Inhalt des Akkus über D 40 und die Konjunktion 25 (RW), sowie Disjunktion 19 (RW). An der Disjunktion 26 (RW) ist keine der dort angegebenen Größen vorhanden, so daß der Ausgang des Negators 27 positiv ist. Es kann also vom Op-Werk nichts in den Akkumulator gebracht werden. Das gleiche gilt für die Disjunktion 42 (RW), wodurch die Konjunktion 15 (RW) gesperrt ist. Dagegen ist die Konjunktion 23 (RW) wegen des Negators 24 (RW) geöffnet und der Inhalt der aufgerufenen Schnellspeicheradresse kommt über die Disjunktion 16 (RW) zum Eingang 1 des Op-Werkes. Die Trommelinformation läuft wie üblich auf den Eingang 2 des Op-Werkes, das abermals mit  $\emptyset o \wedge W1$  gesteuert wird. Da nun die Konjunktion 18 (RW) gesperrt ist, muß das Resultat der logischen Disjunktion über die Konjunktion 29 (RW) und Disjunktion 21 (RW) auf die

Schreibleitung gelangen. Somit wird also diese Information zurück in den Pufferspeicher s gebracht und von da aus parallel in den aufgerufenen Kernspeicher zurückgeschrieben. Die Regenerationsleitung des Pufferregisters S ist an der Konjunktion 20 (RW) gesperrt, da die Konjunktion 30 (RW) mit W1 erfüllt und daher der Ausgang des Negators 32 negativ ist.

Gleichzeitig geht  $\langle c \rangle \longrightarrow b$ .

## Verschiebungen des Akkumulatorinhaltes

L = (LLR) Linksverschieben

Beispiel: LEm

Virkung:  $\langle m \rangle \longrightarrow b$ ,  $E(m+1) \longrightarrow c$ ,  $2 \langle a \rangle \longrightarrow a$

Der Inhalt der Trommelzelle m gelangt über den gleichen Weg in das Befehlsregister wie beim  $E_{o+t}$ -Befehl, während der E-Befehl als  $E(m+1)$  in das Befehlszählregister kommt.

Der Inhalt des Akkumulators geht über X 42 über die Konjunktion 44 (RW), die mit  $R \cdot LL \cdot \overline{G} \wedge \overline{W} \wedge \overline{R1}$  geöffnet ist. Dabei wird die unterste Stelle des Akkuinhaltes mit dem  $PL\ 0,5$  ausgeblendet, so daß jetzt eine 0 nachgeschrieben wird. Weiterhin wird die Information in X 42 um eine Bitzeit verzögert, was zur Folge hat, daß nach beendetem Umlauf der Inhalt des Akkus um eine Stelle nach links verschoben wurde. Die frei gewordene unterste Stelle wird durch die an der Konjunktion 44 nachgeschriebene 0 ersetzt. Diese einmalige Linksverschiebung ist gleichbedeutend mit einer Multiplikation des Akkuinhaltes mit 2..

Der normale Akkuumlauf ist an der Konjunktion 13 (RW) gespermt, da an der Disjunktion 45 (RW) für diesen Umlauf ausdrücklich  $\overline{R} \wedge \overline{LL}$  gefordert wird. Vorhanden ist aber im vorliegenden Beispiel LLR. Die Konjunktion 13 (RW) ist also nicht erfüllt.

## R Rechtsverschiebung

Beispiel: REm

Wirkung:  $\langle m \rangle \longrightarrow b$ ,  $E(m+1) \longrightarrow c$ ,  $1/2 \langle a \rangle \longrightarrow a$

Die Wirkung des E-Befehles ist die gleiche wie bei LEm.

Der Inhalt des Akkumulators geht über die Konjunktion 46 (RW) in den Akkuumlauf. Diese Konjunktion wird mit dem PL 39,5 geschlossen, so daß ab der Zeit 39 nichts mehr hindurchkommt. Da der Akkumulatorinhalt auch über X 41 läuft und hier außerdem um 1 Bit verzögert wird, steht das oberste Bit ab 39 auch an der Konjunktion 47 (RW) an. Diese ist mit  $PL\ 39,5 \wedge R \wedge \overline{LL} \wedge \overline{G} \wedge \overline{WA} \wedge \overline{RT}$  geöffnet, wodurch das oberste Bit des Akkuinhaltes nachgeschrieben wird. Demzufolge sind die beiden 1. Stellen des Akkumulators gleich. Der Akkukreislauf bei den beiden vor- genannten Befehlsbeispielen läuft von der Disjunktion 14 (RW) und Konjunktion 15 (RW) - Op-Werk - Konjunktion 18 - Dis- junktion 19 (RW) - Akkumulator.

Mit Hilfe dieser Operation wird  $\langle a \rangle$  mit  $1/2$  multipliziert.

## LL Doppellinksverschiebung

Beispiel: LL Em

Wirkung:  $\langle m \rangle \longrightarrow b$ ,  $E(m+1) \longrightarrow c$ ,  $4 \cdot \langle a \rangle \longrightarrow a$

Der Inhalt des Akkus durchläuft die Verzögerungsstufen X 42 und X 44 und läuft über die Konjunktion 48 (RW). An dieser Stel-



Eine Regeneration des ursprünglichen Kernspeicherinhaltes erfolgt hierbei nicht.

Bei U wirken die Verschiebungen erst nach dem Wegspeichern des Akkumulatorinhaltes.

Beispiel: LLAs+t

Wirkung:  $\langle s \rangle + \langle t \rangle \longrightarrow s$ ,  $\langle c \rangle \longrightarrow b$ ,  $4 \langle a \rangle \longrightarrow a$

Der Inhalt des Akkumulators geht beim vorliegenden Befehl nicht als Operand mit ein, sondern kreist über D 40, Konjunktion 25 (RW) und Disjunktion 19 (RW) bei gleichzeitiger doppelter Linksverschiebung ( $4 \times \langle a \rangle \longrightarrow a$ ).

Der Befehlsteil As+t wird genauso ausgeführt wie bei dem Befehl As+t. Gleichzeitig geht der Inhalt des Befehlszählregisters in das Befehlsregister.

### Verschiebung mit Verkopplung

Beispiel: LVAKo+o (LLRVAKo+o)

Wirkung:  $\langle 3 \rangle \xrightarrow{(1.)} a(40.)$        $2 \cdot \langle a \rangle \longrightarrow a$ ,  $2 \cdot \langle 3 \rangle \longrightarrow 3$ ,  
 $\langle c \rangle \longrightarrow b$

Bei verkoppelten Verschiebungen wird mit dem Ps 0 - 40 der Akkumulator und der Schnellspeicher 3 gleichzeitig geschoben. Der Schiebeimpuls für Schnellspeicher 3 kommt hierbei über die



Konjunktion 49 (RW), (Ps 0 - 40 Wo). Beim vorliegenden Beispiel sind die Konjunktionen 50 (RW) und 51 (RW) geöffnet. An der Konjunktion 50 (RW) wird die oberste Stelle des Schnellspeichers 3 zur Zeit PL 0,5 in den Akkumlauf eingeschleust und kommt damit als 1. Bit im Akkumulator an. Der Zulauf dieses Bits kommt von X 35 vom Schnellspeicher 3, da mit dem Ps 0 das 1. Bit in 3 (von X 34) von X 35 übernommen wird und somit ab 0 dort zur Verfügung steht. Nach Beendigung des Schiebeimpulses Ps 0 - 40 steht dieses Bit in der 40. Stelle des Akkumulators. Die übrige Akkumulatorinformation läuft über die Konjunktion 44 (RW) und wird wieder um eine Stelle nach links verschoben in den Akkumulator eingeschrieben. Es steht also nach diesem Vorgang in der 40. Stelle des Akkumulators das oberste Bit von 3, in den übrigen Akkumulatorstellen 2 · <a> .

Der Inhalt des Schnellspeichers 3 durchläuft ebenfalls eine Linksverschiebung an der Konjunktion 51 (RW), geht über die Sammeldisjunktion 52, sowie über D 34 und Konjunktion 53 (RW) und Disjunktion 54 (RW) auf den Eingang des Schnellspeichers 3 zurück. Damit wurde der Inhalt dieses Speichers ebenfalls mit 2 multipliziert (eine Stelle nach links verschoben).

Bemerkung: Wird im Schnellspeicher 3 nicht verkoppelt verschoben, dann erfolgt der Normalumlauf des Schnellspeichers 3 über die Konjunktion 55 (RW), die jetzt erfüllt ist, da vor dem zwischengeschalteten Negator die Grössen  $V \wedge (RvLL)$   $AG \wedge W \wedge \overline{R1}$  nicht vorhanden sind.

Gleichzeitig geht <c>  $\longrightarrow$  b.

Beispiel: RVAKo+o

Wirkung:  $\langle a \rangle_{(40.)} \longrightarrow 3_{(1.)}$   
 $1/2 \langle a \rangle \longrightarrow a$   
 $1/2 \langle 3 \rangle \longrightarrow 3$   
 $\langle c \rangle \longrightarrow b$

Die Rechtsverschiebung im Akkumulator erfolgt wie beim Beispiel REM. Das unterste Bit des Akkumulators wird aber zusätzlich in X 43 mit dem Ps 1 übernommen und an der Konjunktion 56 (RW) mit dem PL 39,5 in den Umlauf des Schnellspeichers 3 eingeschleust. Dies geschieht über die Disjunktion 52 (RW). Der vorher in 3 stehende Speicherinhalt läuft hinter T3 über die Konjunktion 57 (RW), die ab 39 aber gesperrt ist. Das noch fehlende Bit wird dann von der Konjunktion 56 (RW) geliefert. Die Konjunktionen 56 und 57 (RW) werden gesteuert durch Anwesenheit von  $R \wedge \overline{LL} \wedge \overline{G \wedge W \wedge \overline{RT}}$  an der Konjunktion 58 (RW). Der Normalumlauf des Schnellspeichers 3 ist an der Konjunktion 55 (RW) gesperrt, da die beiden Grössen an der Konjunktion 59 (RW)  $V \wedge (R \vee LL) \wedge \overline{G \wedge W \wedge \overline{RT}}$  vorhanden sind.

Da nun das vom Akkumulator kommende Bit als letztes in den Umlauf des Schnellspeichers 3 gelangt, steht es nach beendetem Schiebeimpuls Ps 0 - 40 in der obersten Stelle (X 34) des Schnellspeichers 3. Der Inhalt des Befehlszählregisters geht gleichzeitig nach b.

#### Weitere Verschiebungs-Befehle

Beispiel: RSo+t

Wirkung:  $1/2 \langle a \rangle - \langle t \rangle \longrightarrow a, \langle c \rangle \longrightarrow b.$

Die Rechtsverschiebung von  $\langle a \rangle$  geschieht wie bei dem Befehle REm, wodurch  $\langle a \rangle$  mit  $1/2$  multipliziert wird. Der Inhalt der Trommelzelle kommt ebenfalls wie üblich auf den Eingang 2 des Op-Werkes. Dort wird nun die Subtraktion durchgeführt ( $1/2 \langle a \rangle - \langle t \rangle$ ), das Ergebnis gelangt wieder in den Akku über Konjunktion 18 und Disjunktion 19. Der Weg zur Schreibleitung ist an der Konjunktion 29 gesperrt.

Beispiel: LLUSKs+o

Wirkung:  $\langle s \rangle - 4 \langle a \rangle \longrightarrow a, \langle c \rangle \longrightarrow b$

Der Inhalt der aufgerufenen Schnellspeicheradresse läuft über die Konjunktion 22 (RW) und die Disjunktion 10 (RW) auf den Eingang 2 des Op-Werkes, und wird gleichzeitig über Konjunktion 20 (RW) und Disjunktion 21 (RW) zwecks Regeneration wieder in das Pufferregister zurückgeschrieben. Der Inhalt des Akkumulators erfährt eine doppelte Linksverschiebung entsprechend dem Beispiel LL und kommt über die Konjunktion 15 (RW) und Disjunktion 16 (RW) auf den Eingang 1 des Op-Werkes.

Dieses wird mit der Grösse To  $\wedge$  W1 gesteuert. Es wird also eine Subtraktion mit vertauschten Eingangs-Operanden durchgeführt, (umgekehrte Subtraktion). Das Ergebnis dieser Operation gelangt in den Akkumulator über die Konjunktion 18 und Disjunktion 19 (RW). Die Konjunktion 15 (RW) ist geöffnet wegen  $\bar{C} \wedge K \wedge \text{Tr.Ao}$  an der Disjunktion 42 (RW), die Konjunktion 18 ist geöffnet wegen der gleichen Grösse an der Disjunktion 26 (RW).

Ferner wird der Zugang zur Schreibleitung wegen des neg. Ausganges des nachgeschalteten Negators 27 (RW) gesperrt. Während dieses Befehles geht der Inhalt von c nach b.

### Rückkehradressennotierung

Beispiel:  $F_m = (EF_m)$

Wirkung:  $\langle c \rangle \rightarrow 5$ ,  $\langle m \rangle \rightarrow b$ ,  $E(m+1) \rightarrow c$ ,  $\langle a \rangle \rightarrow a$ .

Kommt ein  $F_m$ -Befehl ins Befehlsregister und damit ins Steuerregister, dann wird der gerade in  $c$  stehende  $E$ -Befehl nach Ssp.5 gebracht (Rückkehradressennotierung). Der Befehl verläuft auf dem logistischen Schaltbild folgendermaßen:

Da der  $F$ -Befehl ein  $E$ -Befehl ist, gelangt er (z.B. von der Trommel kommend) über die Konjunktion 5 (RW) auf den Eingang des Befehlsregisters. Er wird mit dem Ps 1 - 40 in dieses hineingeschoben, während der vorher in  $b$  stehende  $E$ -Befehl mit um 1' erhöhter Adresse nach  $c$  geht  $[E(m+1) \rightarrow c]$ . Nach der Übernahme ins Steuerregister (PS 41 bzw. PS 42) und Bildung des Worttransportes (PS 43) wird in  $b$  zur Zeit 0 das Zeichen "F" gelöscht, wodurch der bisherige  $F$ -Befehl zum  $E$ -Befehl wird. Dessen Adresse wird ab der Zeit "1" ebenfalls um 1' erhöht und ins Befehlszählregister geschoben.

Das Zeichen "F" im Steuerregister bewirkt, daß die Konjunktion 10 (LW) mit  $W1 \wedge F \wedge \langle c \rangle$  geöffnet ist, wodurch die Information in den Ssp.5 gelangt. Die Eingangskonjunktion 60 (RW) ist mit den gleichen Bedingungen geöffnet, Schiebeimpuls ist der Ps 0 - 40  $W0 \wedge F$  bzw. Ps 0 - 40  $W0 \wedge (Adr.5 \vee 12)$ . Mit dem Zusatz "F" kann ein Wort in den Ssp.5 nur eingespeichert werden. Beim Lesen muß die Adresse 5 gegeben werden, z.B. EK5. Mit der Adresse 5 kann natürlich auch geschrieben werden, wenn die Information von der Schreibleitung kommt. Lesen und Schreiben ist außerdem mit der Adresse 12 möglich, aber nur wenn "F" vorhanden ist. Tore: Konjunktion 61 (RW) mit  $(Adr.5 \vee 12) \wedge \bar{F} \wedge \text{Information}$  beim

Schreiben; Konjunktion 62 (RW) mit  $\langle 5 \rangle \wedge (\text{Adr.5} \vee 12)$  beim Lesen. Gleichzeitig läuft der Akku einmal in sich um über Konjunktion 15 (RW) - Op-Werk - Konjunktion 18 (RW) und Disjunktion 19 (RW).

#### Zusatz "H"

Ist in einem Befehl der Zusatz "H" vorhanden, so wird zusätzlich zur eigentlichen Befehlsausführung die 40. Stelle im Schnellspeicher 3 in "L" gesetzt.

Diese "L" wird an der Konjunktion 63 (RW) mit  $PL\ 1 \wedge (W1 \vee W4) \wedge H$  in den Umlauf des Ssp.3 eingeführt und mit dem Schiebeimpuls  $Ps\ 0 \div 40 \wedge \{Wo \vee [W6 \wedge \overline{RT} \wedge (V \vee Z13 \neq 0) \wedge (\overline{V} \vee \overline{T40})]\}$  in die 40. Stelle von 3 (T3) geschoben, Konjunktion 49 (RW). T3 dient als Teststelle für den Y-Test.

#### ∪ Konstantenzuführung aus dem Befehlsregister

Beispiel: CAn

Wirkung:  $\langle a \rangle + n' \longrightarrow a, \langle c \rangle \longrightarrow b$

Steht in einem Befehl CAn, so wird das Befehlsregister zur Zeit 0 mit Ausnahme der Trommeladressenstellen gelöscht. C und A wurde schon zur Zeit 41 der vorhergehenden Wortzeit nach r übernommen. Weiterhin wurde mit CA im Befehlsregister ab der Zeit 40 E4 und damit zur Zeit 41,5 E5 gebildet, so daß zur Zeit 0, in der der vorstehende Befehl ausgeführt werden soll, die Konjunktion 11 (RW) gesperrt ist.

$\langle b \rangle$ , also  $n'$  zweigt daher vor Konjunktion 11 (LW) zum Op-Werk ab. Die Information von  $b$  gelangt jetzt auf die Konjunktion 64 (RW) an der wegen dem  $P\ 0,5 - 22,5$  nur die Trommel- und Schnellspeicheradressenstellen einschließlich  $V$  durchgelassen werden. Die übrigen Grössen an dieser Konjunktion sind bei allen  $C$ -Befehlen positiv. Die Konstante  $n'$  geht nun über Disjunktion 10 (RW) und  $D\ 31$  auf den Eingang 2 des Op-Werkes. Der Inhalt des Akkus gelangt über die Konjunktion 15 (RW) auf den Eingang 1 des Op-Werkes, wird zu  $n'$  addiert und kehrt als  $\langle a \rangle + n'$  addiert und kehrt als  $\langle a \rangle + n'$  in den Akku zurück. Die Konjunktion 15 und 18 (beide RW) für den Akkuzyklus sind geöffnet wegen der vorhandenen Grösse  $C \wedge \bar{K}$  an den Disjunktionen 42 und 26 (RW). Damit ist auch gleichzeitig der Weg zur Schreibleitung an der Konjunktion 29 (RW) versperrt.

Beispiel: CNA $n$

Wirkung:  $n' \longrightarrow a$ ,  $\langle c \rangle \longrightarrow b$

Der Ablauf dieses Befehles ist genau der gleiche wie bei CAn. Eine Ausnahme bildet jetzt nur die Anwesenheit von "N". Damit ist an der Konjunktion 15 (RW) die Grösse  $\bar{N}$  negativ, wodurch das Tor geschlossen ist und  $\langle a \rangle$  an dieser Stelle gelöscht wird. Es geht also jetzt nur  $n'$  in den Akku.

Beispiel: CKAs+t

Wirkung:  $\langle s \rangle + t' \longrightarrow s$ ,  $\langle c \rangle \longrightarrow b$ ,  $\langle a \rangle \longrightarrow a$

Mit diesem Befehl im Befehlsregister wird zur Zeit 0 außer den Befehlszeichen auch der Schnellspeicheradressenteil in  $b$  ge-

löscht (CAK an der Disjunktion 12 LW). Der Trommeladressenteil geht wie beim vorhergehenden Beispiel auf den Eingang 2 des Op-Werkes. Da an der Disjunktion 42 keiner der angegebenen Grössen vorhanden ist, wird der Zulauf des Akkumulators gesperrt. Dafür ist aber die Konjunktion 23 (RW) erfüllt, wodurch jetzt der Inhalt der aufgerufenen Ssp.-Adresse auf den Eingang 1 des Op-Werkes gelangt. Nach der Addition geht die Information über die Konjunktion 29 (RW) auf die Schreibung und von da in das Pufferregister "S". Der Weg zwischen dem Op-Werk und dem Akku ist gesperrt, da auch an der Disjunktion 26 keine Grösse vorhanden ist. Der Akkumlauf erfolgt über D 40 und Konjunktion 25 (RW). Die Regeneration des Schnellspeicherinhaltes ist an der Konjunktion 20 (RW) gesperrt, da die Konjunktion 30 (RW) erfüllt ist.

Beispiel: CKNAS+t

Wirkung:  $t' \longrightarrow s$ ,  $\langle c \rangle \longrightarrow b$ ,  $\langle a \rangle \longrightarrow a$

Der Ablauf dieses Befehles ist identisch mit dem Vorhergehenden. Nur wird wegen dem "N" der Schnellspeicherzulauf auf den Eingang 1 des Op-Werkes zusätzlich gesperrt, so daß nur  $t'$  in die aufgerufene Ssp.-Adresse gelangt.

C-Befehle sind auch mit S, US, I, IS und  $\emptyset$  möglich, das Op-Werk wird hierbei nur mit der entsprechenden Steuergrösse betrieben.

### Sonderbefehle mit C

Beispiel: CRVA 1.

Wirkung:  $1/2 \langle a \rangle + (2^{21} + 1) \rightarrow a, 1/2 \langle 3 \rangle \rightarrow 3$

Mit diesem Befehl wird der Inhalt des Akkus verkoppelt mit Ssp.3 nach rechts verschoben und die vom Befehlsregister kommende Konstante zum verschobenen Akkuinhalt addiert. Das im Befehl vorhandene V, das auch als Übertragsstelle für Konstanten, die aus Ssp.- und Trommeladressenstellen bestehen, dient, wird jetzt nicht gelöscht (keine positive Grösse an der Disjunktion 12 LW). Da nun die Stelle V ( $2^{21}$ ) zur Konstante gehört, wird sie mit dem Schiebeimpuls PO,5 - 22,5 an der Konjunktion 64 (RW) als letzte Stelle noch durchgelassen und gelangt mit den übrigen noch im Befehl vorhandenen Trommeladressenstellen auf den Eingang 2 des Op-Werkes. Auf den Eingang 1 läuft der verschobene Akkuinhalt. Der weitere Ablauf ist wie beim Beispiel CAN. Verkoppelte Rechtsverschiebung siehe Beispiel RVAKo+o.

Beispiel: CKRVAo+1

Wirkung:  $1/2 \langle a \rangle + 1' \rightarrow a, 1/2 \langle 3 \rangle \rightarrow 3$

Mit diesem Befehl ist die Grösse C K an der Disjunktion 12 (LW) vorhanden. Damit wird im Befehlsregister die Stelle V gelöscht und es kommt nur noch die 1' zum Op-Werk. Der übrige Ablauf ist wie im vorhergehenden Beispiel.



## G. Adressensubstitution

Adressensubstitution bedeutet: Zum Operationsteil eines gegebenen Befehles mit Hilfe der in diesem Befehl angegebenen Adresse eine neue Adresse bilden und anschließend den Operationsteil mit der neuen Adresse als Befehl ausführen. Einen solchen Befehl nennen wir G-Befehl. Für seine Ausführung werden stets 2 Wortzeiten benötigt. In der 1. Wortzeit wird die neue Adresse gebildet und in der 2. Wortzeit wird der Befehl mit der neuen Adresse ausgeführt. Vor der eigentlichen Ablaufbeschreibung sollen noch einige weitere Erläuterungen gegeben werden.

Das Zeichen  $\langle t \rangle_t \Rightarrow \tilde{t}$  bedeutet, daß vom Inhalt der aufgerufenen Trommelzelle  $t$  der Trommeladressenteil  $_t$  genommen werden soll, um damit im Befehlsregister eine neue Trommeladresse  $\tilde{t}$  zu bilden. Diese neue Adresse wird anschließend zu dem im Steuerregister stehenden Operationszeichen übernommen. Während der nun folgenden 2. Wortzeit wird der in  $r$  stehende Befehl mit der neuen Adresse ausgeführt. Dieser Vorgang ist bei allen G-Befehlen der gleiche. Nur die Art und Weise der Adressenbildung ist bei den einzelnen G-Befehlen etwas unterschiedlich. Die vorstehend beschriebene Adressenbildung gilt für einen G-Befehl ohne Ssp.-Adresse.

Das Zeichen  $(\langle s \rangle + t)_t \Rightarrow \tilde{t}$  sagt aus, daß der Inhalt der aufgerufenen Ssp.-Adresse zu dem Trommeladressenteil des Befehlsregisters addiert werden soll. Von der Summe beider Informationen soll der Trommeladressenteil als neue Adresse  $\tilde{t}$  genommen werden.

Das Zeichen  $(\langle s \rangle + t)_{33...40} \Rightarrow \tilde{s}$  bedeutet, daß von der Summe der beiden Informationen die 33. bis 40. Stelle genommen werden soll, um damit eine Schnellspeicheradresse  $\tilde{s}$  aufzubauen.

Diese Art der Adressenbildung gilt für G-Befehle mit K und Doppeladresse.

Die Abläufe der wichtigsten G-Befehle werden nachfolgend erläutert:

Beispiel: GBo+t

Wirkung: 1. Wortzeit  $\langle t \rangle_t \implies \tilde{t}$ ,  $\langle a \rangle \longrightarrow a$ , G wird gelöscht  
2. Wortzeit  $B\tilde{t}$  ausführen.

Zu Beginn der 1. Wortzeit wird z.Zt. 43 der Worttransport  $W \wedge \overline{R\tilde{t}}$  an der Konjunktion 14 (LW) gebildet. W1 ist jetzt negativ, da auch  $\overline{G}$  an der Konjunktion 13 (LW) negativ ist. Damit werden alle Tore in der Maschine, die mit W1 betrieben werden, gesperrt. Zur Zeit 0 wird das Befehlsregister mit Ausnahme der Trommeladressenstelle gelöscht (G an der Disjunktion 12 LW). Der Inhalt von b kann jetzt nicht nach c kommen, da in c nur mir  $\overline{G}$  geschoben wird.  $\langle t \rangle$  geht aber auf die Konjunktion 66 (RW), die mit  $\overline{C} \wedge \overline{K} \wedge \text{Ssp.} - A_0$  geöffnet ist. Konjunktion 64 (RW) ist gesperrt wegen dem fehlenden W1. Von der Konjunktion 66 gelangt der Inhalt der aufgerufenen Trommeladresse auf Disjunktion 10 (RW) und von da auf den Eingang 2 des Op-Werkes. Der Inhalt von b wird an der Konjunktion 68 (RW) wegen dem negativen Ausgang des Negators 69 (RW) gelöscht. Die Konjunktion 70 (RW) ist jetzt ebenfalls gesperrt. Da beim vorliegenden Beispiel der Eingang 1 des Op-Werkes gesperrt ist, erscheint am Ausgang die gleiche Information wie am Eingang 2. Diese gelangt jetzt auf die Konjunktion 67 (RW), an der wegen des Schiebepulses PL 0,5 - 13,5 nur die untersten 13 Adressenstellen durchgelassen werden. Diese Adressenstellen gehen wieder zum Befehlsregister und stehen ab der Zeit 40 in ihren zugeordneten Stellen, ( $\tilde{t}$ ). Zur Zeit 38 dieser 1. Wortzeit wird das Folge-Flip-Flop G1 mit  $G \wedge \overline{K} \wedge (W \wedge \overline{R\tilde{t}}) \wedge P_s 38$  in L gesetzt

(Konjunktion 15 LW).

Die neue Trommeladresse  $t$  wird nun zur Zeit 41 zum Befehlszeichen  $B$  (NA), das noch von der letzten Wortzeit her in  $r$  steht, übernommen, wodurch jetzt im Steuerregister der  $B$ -Befehl mit neuer Adresse vorhanden ist. Die Übernahme  $b \rightarrow r$  für die Operationszeichen ist jetzt gesperrt, um eine Löschung des Op-Zeichenteiles in  $r$  zu verhindern ( $\overline{G2} \wedge \overline{r} \wedge Ps$  41 an Konjunktion 16 LW).

Das  $G$  im Steuerregister wird zur Zeit 42,5 gelöscht ( $G1 \vee G2 \wedge Ps$  42,5 an Konjunktion 17(LW)). Zu Beginn der nun folgenden 2. Wortzeit ist wegen der Löschung von  $G$  die Grösse  $\overline{G}$  wieder vorhanden und es steht an Konjunktion 13 (LW) ab der Zeit 43 wieder  $W1$  zur Verfügung. Damit wird nun der im Steuerregister stehende Befehl wie üblich ausgeführt, ausserdem kommt  $\langle c \rangle \rightarrow b$ . Die Löschung von  $G1$  erfolgt zur Zeit 40 der 2. Wortzeit (Konjunktion 18 (LW) mit  $W1 \wedge Ps$  40).

Nachstehend ist noch einmal der zeitliche Ablauf dieses  $G$ -Befehles dargestellt.

1. Wortzeit	Aufbau der neuen Adresse	43	Erzeugung $W \wedge \overline{RT}$ .
		0	Löschung von $b$ ausser den Trommeladressenstellen.
2. Wortzeit	Ausführung d. Befehles m. neuer Adresse	1-40	Bildung der neuen Trommeladresse wie vorstehend beschrieben.
		38	$G1$ wird in $L$ gesetzt.
		40	Neue Trommeladresse steht in $b$ .
		41	Übernahme der neuen Trommeladresse nach $r$ .
		42,5	Löschung von $G$ im Steuerregister.
2. Wortzeit	Ausführung d. Befehles m. neuer Adresse	43	Erzeugung $W1$
		1-40	Ausführung des Befehles mit neuer Adr. gleichzeitig $\langle c \rangle \rightarrow b$ .
		40	Löschung $G1$
		41	Übernahme des neuen E-Befehles von $b \rightarrow r$

Beispiel: GBS+t

Wirkung: 1. Wortzeit: ( $\langle s \rangle + \tilde{t}$ )  $\Rightarrow \tilde{t}$ ,  $\langle s \rangle \rightarrow s$ ,  $\langle a \rangle \rightarrow a$   
G und s werden gelöscht.  
2. Wortzeit: B  $\tilde{t}$  ausführen.

Die Erzeugung des Worttransportes  $W \wedge \overline{RT}$  geschieht wie im vorhergehenden Beispiel. Zur Zeit 0 wird wieder das Befehlsregister mit Ausnahme der Trommeladressenstellen gelöscht. Ferner wurde zur Zeit 43 die bei diesem Befehl stehende Schnellspeicheradresse aufgerufen, deren Inhalt ab der Zeit 0 über Konjunktion 70 (RW) und Disjunktion 10 (RW) auf den Eingang 2 des Op-Werkes läuft. Konjunktion 70 (RW) und 68 (RW) sind wegen des positiven Ausgangs des Negators 69 (RW) ( $\overline{C} \wedge \overline{K} \wedge Ssp.-Ao$  ist negativ) jetzt positiv, gleichzeitig kommt über Konjunktion 68 (RW) der Trommeladressenteil aus b über Disjunktion 16 (RW) auf den Eingang 1 des Op-Werkes. Nach erfolgter Addition der beiden Registerinhalte gelangt das Resultat über Konjunktion 67 (RW) zurück in das Befehlsregister und zwar wieder in die Trommeladressenstellen.

Während dieser ersten Wortzeit wird der Inhalt der Schnellspeicherzelle regeneriert und zwar über Konjunktion 20 (RW) und Disjunktion 21 (RW). Vor dem Negator 32 (RW) ist keine der angegebenen Grössen vorhanden. Damit geht also  $\langle s \rangle \rightarrow s$  zurück. Der Akku kreist ferner über D40 und Konjunktion 25 (RW). Weiterhin wurde zur Zeit 38 wieder G1 in L gesetzt. Während der Übernahme der neuen Trommeladresse nach r wird die noch im Steuerregister stehende Ssp.-Adresse gelöscht.

Der weitere Ablauf ist wie beim Beispiel GBo+t

Beispiel: CGBs+t

Wirkung: 1. Wortzeit:  $(\langle s \rangle + t)_t \Rightarrow \tilde{t}$ ,  $\langle s \rangle + t \rightarrow s$ ,  
 $\langle a \rangle \rightarrow a$  CGs werden gelöscht,  
 2. Wortzeit:  $B\tilde{t}$  ausführen.

Der Ablauf dieses Befehles ist identisch mit dem Beispiel GBs+t, lediglich erfolgt jetzt keine Regeneration des aufgerufenen Ssp.-Inhaltes, da wegen dem vorhandenen C an Konjunktion 71 (RW) die Grösse  $\overline{U\bar{T}}$  negativ ist. Jetzt ist aber die Konjunktion 65 (RW) mit  $C \wedge (G \wedge W \wedge \overline{R\bar{T}})$  offen, wodurch die neue Trommeladresse nicht nur über die Konjunktion 67 (RW) zum Befehlsregister geht, sondern auch zurück zum Pufferregister "S", um in die vorher aufgerufene Ssp.-Adresse zurückgeschrieben zu werden.

Der Umlauf des Akkus geht über D40 und  $\langle c \rangle \rightarrow b$ . Zur Zeit 42,5 wird in r außer dem G auch C gelöscht.

Der Verlauf der zweiten Wortzeit ist wie bei GBs+t.

Beispiel: GKBS+t

Wirkung: 1. Wortzeit:  $(\langle s \rangle + t)_{33...40} \Rightarrow \tilde{s}$ ,  $\langle s \rangle \rightarrow s$ ,  
 $\langle a \rangle \rightarrow a$ , G, s, t werden gelöscht.  
 2. Wortzeit:  $KB \tilde{s}$  ausführen.

Die Bildung des Worttransportes  $W \wedge \overline{R\bar{T}}$  geschieht wie bei den anderen G-Befehlen. Der Inhalt der aufgerufenen Ssp.-Adresse kommt zur Zeit 43 parallel ins Pufferregister und erscheint mit dem Ps 0 - 40 an der Konjunktion 70 (RW). Diese und Konjunktion 68 (RW) sind geöffnet, da  $\overline{C} \wedge \overline{K} \wedge Ssp.Ao$  nicht vorhanden ist und deshalb der Ausgang des Negators 69 (RW)

positiv ist. Damit geht  $\langle s \rangle$  auf den Eingang 2 des Op-Werkes.

Die Löschung des Befehlsregisters erfolgt wieder zur Zeit 0, ausgenommen hiervon sind die Trommeladressen, die mit dem Schiebeimpuls in b über Konjunktion 68 (RW) auf den Eingang 1 des Op-Werkes gelangen. Der Schiebeimpuls des Befehlsregisters hat jetzt nur die Länge Ps 1 - 27, da an der Disjunktion 19 (LW) die Größen  $\bar{K}$ ,  $\bar{G}$  und R0 negativ sind.

Im Op-Werk erfolgt die Addition der beiden Registerinhalte, das Resultat geht über die Konjunktion 67 (RW) zurück nach b. Der Schiebeimpuls Ps 1 - 27 hat nun zur Folge, daß der eben an der Konjunktion 67 (RW) durchgelassene Adressenteil im Befehlsregister nur bis in die Position der Ssp.-Adressen geschoben wird, d.h. die Stelle 1 des ehemaligen Trommeladressenteiles steht jetzt in der Stelle 1 des Ssp.-Adressenteiles. Da der letztere nur 8 Stellen umfaßt, ist die Bedingung ( $\langle s \rangle + t_{33...40} \Rightarrow$  neue Schnellspeicheradresse genau erfüllt. Ferner regeneriert sich der Inhalt der aufgerufenen Ssp.-Adresse über Konjunktion 20 (RW) und Disjunktion 21 (RW).

Zur Zeit 38 dieser ersten Wortzeit wird über die Konjunktion 20 (LW) mit  $G \wedge (W \wedge \bar{R}) \wedge K \wedge Ps\ 38$  das Folge-Flip-Flop G2 in L gesetzt. Die Übernahme der neugebildeten Ssp.-Adresse von b  $\rightarrow$  r erfolgt zur Zeit 42. Dabei wird die Übernahme des Operationsteiles gesperrt. Mit  $G1 \vee G2 \wedge Ps\ 42,5$  an der Konjunktion 17 (LW) wird nun das G im Steuerregister gelöscht und ab 43 steht wieder der Worttransport mit W1 zur Verfügung.

Zur Zeit 0 der 2. Wortzeit erfolgt wieder die Löschung des Befehlsregisters, wobei die Ssp.-Adressen ausgenommen sind und außerdem das K in b in L gesetzt wird.

Der im Steuerregister stehende Befehl mit der neuen Ssp.-Adresse wird nun ausgeführt wie üblich, der  $\langle c \rangle \rightarrow b$  und  $\langle b \rangle + 1' \rightarrow c$ , (hier handelt es sich um die um +1' erhöhte neue Ssp.-Adresse). G2 wird mit  $W1 \wedge Ps\ 40$  an Konjunktion 18 (LW) gelöscht.

Zeitliche Reihenfolge dieses G-Befehles:

1. Wortzeit	43	Erzeugung $W \wedge \overline{R1}$ .
	0	Löschung von b außer den Trommeladressenstellen.
	1-40	Bildung der neuen Schnellspeicheradresse wie beschrieben.
	38	G2 wird in L gesetzt.
	40	(bzw. 27) Neue Schnellspeicheradresse steht in b.
	42	Übernahme der neuen Ssp.-Adresse nach r.
	42,5	Löschung von G
2. Wortzeit	43	Bildung W1
	0	K wird in L gesetzt und Ssp.-Adressenteil wird nicht gelöscht.
	1-40	Ausführung des Befehles mit neuer Adresse $\langle c \rangle \rightarrow b$ und $\langle b \rangle + 1' \rightarrow c$ .
	40	Löschung G2.
	41	
	bzw. 42	$\langle b \rangle \rightarrow r$ .

Beispiel: CGKBS+t

Wirkung: 1. Wortzeit:  $(\langle s \rangle + t)_{33...40} \Rightarrow \check{s}$ ,  $\langle s \rangle + t \rightarrow s$ ,  $\langle a \rangle \rightarrow a$ , C, G, s, t werden gelöscht.  
2. Wortzeit: KBs ausführen.

Der Ablauf dieses Befehles ist der gleiche wie bei GKBs+t. Abweichend hiervon ist nur, daß zur Zeit 42,5 der 1. Wortzeit außer dem G auch das C in r gelöscht wird. Außerdem findet keine Regeneration des aufgerufenen Ssp.-Adresseninhaltes statt, (siehe Beispiel CGBs+t).

Anmerkung:

In der 2. Wortzeit eines G-Befehles gelangt die im Befehlsregister stehende neue Trommel- bzw. Schnellspeicheradresse (mit K stets um +1' erhöht in das Befehlszählregister. Ist der Befehl mit der neuen Adresse kein E-Befehl, dann wird diese in c gelöscht. Liegt aber ein E-Befehl vor, so muß ja diese Adresse, bei der eine neue Befehlsfolge beginnt, für den Ablauf des nun folgenden Programmteiles jeweils um +1' erhöht aus dem Befehlszählregister nach b zurückkehren.

Ferner werden zur Zeit 0 der 2. Wortzeit mit G1 v G2 die beiden ersten Stellen des Befehlsregisters in die Stellung L0 gesetzt. Diese repräsentieren das Befehlsbit, das ab der Zeit 1 zusammen mit der neugebildeten Adresse, die um +1' erhöht wird, nach c geht.

Einige weitere Befehlsabläufe

Beispiel: NAK 15

Wirkung: <15> → a, <c> → b

Dieser Befehl ist ein Einlesebefehl. Bei A und Adresse 15 wird der Inhalt des Pufferregisters für die Eingabe in den Akku gebracht. Dieses Pufferregister ist auf dem log. Schaltbild 18 002 in der Mitte rechts angeordnet.



Nach Entschlüsselung dieses Befehles im Steuerregister wird an der Konjunktion 72 (RW) die Grösse  $\bar{U}15$  gebildet ( $\bar{U}0 \wedge \bar{C} \wedge (W \wedge \bar{RT}) \wedge \text{Adr.15}$ ). Da ein K vorhanden ist, steht  $\bar{U}15$  ab 45,5 zur Verfügung. Mit den nun folgenden P1-Impulsen 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; und 4,5 wird das im Pufferregister befindliche Zeichen, das vorher vom Lesegerät übernommen wurde, in den Akku transportiert.

#### Steuerung des Lesegerätes und Übernahme des gelesenen Zeichens

Das Lesegerät besitzt eine eigene Steuerelektronik, sowie 8 Speicher-Flip-Flops. Diese Speicher-Flip-Flops haben die Aufgabe, das gelesene Zeichen, das als Lichtsignal über Photozellen in Stromimpulse umgewandelt wird, zu speichern. Eine belichtete Photozelle setzt das ihr zugeordnete Flip-Flop in L, eine unbelichtete in O. Beim Anschluß des Lesers an die ZUSE Z 23 werden allerdings entsprechend dem 5-Kanal-Code des Fernschreiberalphabetes nur 5 dieser Speicher-Flip-Flops benutzt. Für das Transportloch ist ein besonderes Flip-Flop vorhanden, das gleichzeitig den Abtastervorgang mit der Maschine koordiniert.

Der Abtastvorgang im Leser verläuft folgendermaßen:

Angenommen, eine Lochkombination auf dem Streifen sei in die Lesestellung gerückt. Die Photozellen, die belichtet werden, liefern einen Stromimpuls und setzen die zugeordneten Flip-Flops in L. Da beim angenommenen Ausgangszustand der Streifen still steht, muß ja die Bremse angezogen sein, wodurch das Signal "Reader Ready" (Leser bereit) vorhanden ist.

Damit wird über die Konjunktion 73 (RW) mit dem Ps 41 das Flip-Flop D17 in L gesetzt und gleichzeitig der Inhalt der Speicher-Flip-Flops des Lesegerätes in das Pufferregister der Maschine übernommen. Ab der Zeit 42,5 tritt die Grösse  $\bar{U}_0 \wedge \text{Adr. 15}$  an der Konjunktion 74 (RW) auf und erfüllt die Worttransportfreigabe. Jetzt wird zur Zeit 45,5 der Worttransport gebildet und es erfolgt der Vorgang wie eingangs beschrieben.

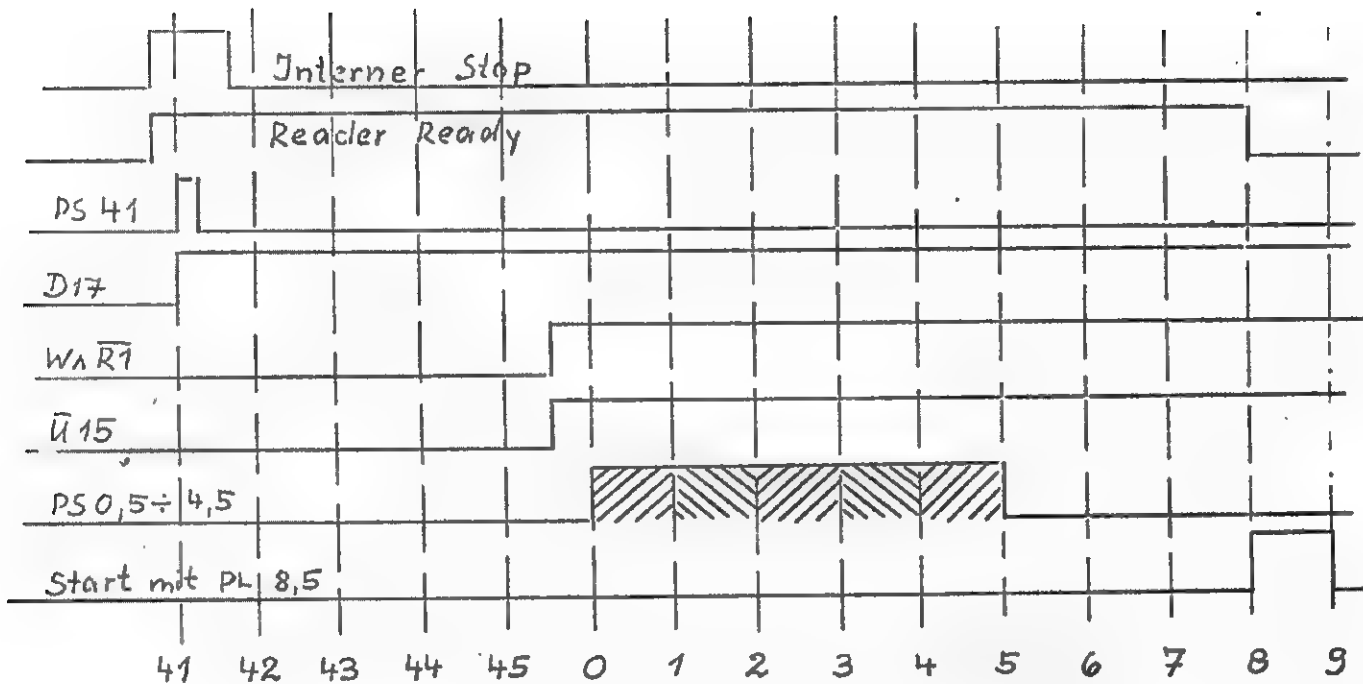
Mit  $\bar{U}_{15} \wedge P_1 8,5$  erhält das Lesegerät nun einen Startimpuls (Konjunktion 75 (RW)). Damit wird die Bremse gelöst und der Streifen setzt sich in Bewegung. Gleichzeitig tritt Reader Ready auf, wodurch mit dem Ps  $39 \wedge \bar{U}_{15}$  D17 in O gesetzt wird. Dadurch wird der Worttransport unterbrochen, da ja der Leser jetzt mit dem Einlesen beschäftigt ist. Eine im Leser selbst vorhandene Elektronik erzeugt ein internes Stoppsignal, das den Streifen nach Abtasten des Zeichens wieder anhält. Kurz nach Auftreten dieses internen Stoppsignals (etwa 80 - 100  $\mu\text{sec}$ ) erscheint wieder das Signal "Reader Ready" und der eben beschriebene Vorgang beginnt von neuem, falls ein neuer AK15-Befehl kommt.

Nachfolgend ist der Vorgang noch einmal als Impulsplan dargestellt.

Anmerkung:

Die Signale "Interner Stop" und "Reader Ready" sind gegenüber dem Zeitplan asynchron, da die Zeit zwischen Start und Interner Stop von der Schnelligkeit des Bremsmechanismus abhängt. Im Zeitplan ist die Lage des Ps 41 daher willkürlich gewählt.

Das vom Pufferregister der Maschine kommende Fs-Zeichen geht über die Disjunktion 76 (RW) und die Sammeldisjunktion "S" auf die Leseleitung und über den Eingang 2 des Op-Werkes in den Akkumulator, und zwar gelangt das Zeichen in die 5 untersten Stellen.



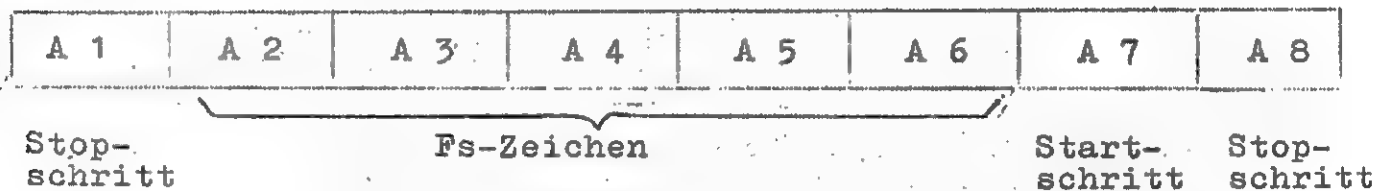
Beispiel: UK 15

Wirkung:  $\langle a \rangle \longrightarrow F_s$

Mit diesem Befehl soll der Inhalt des Akkumulators in das Pufferregister für den Ausgabefernschreiber gespeichert werden. Hierbei ist folgendes zu beachten:

Da bei der ZUSE Z 23 kein Sendeverteiler für die Steuerung des Fernschreibers verwendet wird, müssen auch diejenigen Stromschritte, die nicht zum auszudruckenden Zeichen gehören, in das Pufferregister eingespeichert werden. Es handelt sich dabei um den verlängerten Stopschritt und den sogenannten Anlaufschritt. Im Pufferregister wird der verlängerte Stopschritt durch 2 Flip-Flops und der

Start- oder Anlaufschritt mit einem Flip-Flop dargestellt. Zu diesen 3 Flip-Flops kommen noch die 5 Flip-Flops für das ausdruckende Fs-Zeichen, sodaß das Pufferregister also insgesamt aus 8 Flip-Flops (A1 - A8) besteht. Die Aufteilung ist dabei wie folgt:



Vom Akkumulator werden 6 Schritte geliefert (A1 - A8), und zwar so, daß in der obersten Stelle des Akkus A1 und in den folgenden 5 das Fs-Zeichen (A2 - A6) steht. A1 ist eine "Leerstelle", die erst nach beendigem Umspeichern vom Akku in das Pufferregister im Letzteren besetzt wird. Diese muß aber trotzdem wegen des stellenrichtigen Schreibens der Information im Akku berücksichtigt werden.

Alles weitere ist aus der nun folgenden Ablaufbeschreibung ersichtlich.

Zunächst sei das Ausgabepufferregister in seiner Ruhestellung betrachtet:

Die Stellen A1 - A8 sind leer und liefern damit negative Ausgänge, sodaß die Disjunktion 77 (RW) nicht erfüllt ist. Die Monoflop-Kette M1 bis M3 ist in Ruhe, wodurch M3 ebenfalls am Ausgang negativ ist. Weiterhin ist die Konjunktion 78 (RW) gesperrt und es wird verhindert, daß M1 angestoßen wird. Ferner ist Disjunktion 79 (RW) nicht erfüllt, was einen positiven Ausgang des Negators 80 (RW) zur Folge hat. Dieser positive Ausgang geht über Disjunktion 81 (RW) auf den Empfangsmagneten des Fernschreibers und erzeugt so den Ruhelinienstrom, der den Auslöseanker für die Kupplungswelle angezogen bleiben läßt.

Kommt nun ein Ausgabebefehl, so wird zunächst die Konjunktion 82 (RW) zur Zeit 45,5 erfüllt ( $W \wedge \overline{RT} \wedge Uo \wedge \text{Adr.15} \vee \text{Adr.14}$ ). Damit wird einmal an der Disjunktion 81 (RW) die vom Negator 80 (RW) kommende positive Spannung durch diejenige am Ausgang der Konjunktion 82 (RW) abgelöst, und andererseits die Konjunktionen 83, 84 und 85 (alle RW) für die nun folgende Einspeicherung des Fs-Zeichens vorbereitet. Ab der Zeit 0 gelangt der Inhalt des Akkus über die Konjunktion 84 (RW) auf das Pufferregister, während der zum Schieben benötigte Schiebeimpuls Ps 0 - 40 von der Konjunktion 85 (RW) über Disjunktion 86 (RW) kommt. Ab der Zeit 40 steht im Pufferregister das vom Akku gelieferte Fs-Zeichen wie oben beschrieben. Über die Konjunktion 83 (RW) kommt jetzt der Ps 41 und setzt A1 und A8 in L, sowie A7 in O. Dabei liefert A8 nun einen Stoppschritt, der notwendig ist, da zur Zeit 42,5 die Konjunktion 82 (RW) wieder gesperrt wird. A8 liefert den Ruhelinienstrom, bis die Kette M1 - M3 einmal durchgeschaltet hat (etwa 13,20 ms).

Ebenfalls zur Zeit 41 wird über Konjunktion 87 (RW) M1 angestoßen, damit auch M2 und nach etwa 13,2 ms liefert M3 ein positives Ausgangssignal. Dieses Signal gelangt über Disjunktion 86 (RW) auf das Pufferregister und schiebt dessen Inhalt um eine Stelle nach rechts, d.h. A7 geht jetzt nach A8 und A1 geht nach A2. Da A7 in O stand, fällt der Empfangsanker ab und die Kupplungswelle wird eingekuppelt (Anlaufschritt). Solange der Ausgang von M3 positiv ist, wird ferner über Negator 88 (RW) die Konjunktion 78 (RW) gesperrt. Dadurch wird verhindert, daß M1 erneut angestoßen wird, während im Pufferregister noch nach rechts geschoben wird. Erst wenn dort wieder Ruhe eingetreten ist (nach vollendeter einmaliger Rechtsverschiebung), kann M1 erneut angestoßen werden.

Dieser Vorgang setzt sich so lange fort, bis der Pufferspeicher völlig leergeschoben worden ist, bzw. bis das Fs-Zeichen ausgedruckt wurde. Schließlich ist noch zu beachten, daß der Worttransport und damit die Übernahme eines neuen Zeichens unterbrochen wird, solange noch eine L im Pufferregister steht (z.B. A1). Die Worttransportunterbrechung erfolgt über Disjunktion 77 (RW), die erfüllt ist, weiterhin über Disjunktion 79 (RW) und Negator 80 (RW), der damit negativ wird. Somit ist auch Konjunktion 89 (RW) nicht erfüllt und der negative Ausgang sperrt den Worttransport über Disjunktion 90 (RW). Ist das Pufferregister dagegen leer, dann ist Negator 80 (RW) positiv, ebenso Konjunktion 89 (RW) erfüllt, und der Worttransport ist frei.

### Wiederholungsbefehle

Beispiel: PQ RV 1-10

Wirkung: Der verkoppelte Rechtsverschiebungsbefehl wird 10 mal ausgeführt, anschließend geht  $\langle c \rangle \rightarrow b$ .

Die Vorgänge im Leitwerk sind in den Abschnitten 2.4.1.5 und 2.4.2.2 beschrieben. Im Rechenwerk wird im Akku und Schnellspeicher 3 10 mal verkoppelt rechtsverschoben, das Op-Werk mit  $W2 \wedge \overline{W4}$  an Disjunktion 17 auf Addition geschaltet. Es ist auch möglich, eine andere allgemeine Schnellspeicher-Adresse zu wählen, deren Inhalt über Konjunktion 22 ( $W2 \wedge \overline{W3}$ )  $\rightarrow \textcircled{\vee} 10 \rightarrow$  Op-Werk zum verschobenen Akkuinhalt addiert werden kann.

### Schnelle Multiplikation

Beispiel: PQYRVAK 27-41

Bei diesem Befehl wird  $\langle 26 \rangle$  zum rechtsverschobenen Akkuinhalt addiert, wenn die 40.Stelle in 3 besetzt ist. Ist diese Stelle nicht besetzt, dann wird nur mit PQ im Akku und 3 verkoppelt rechtsverschoben.

Ist nun die Y-Bedingung nicht erfüllt, so tritt W3 auf, bei erfüllter Y-Bedingung erhalten wir  $\overline{W3}$ .

Damit geschieht nun im Rechenwerk folgendes:

Y erfüllt: <a> geht auf den Eingang 1 des Op-Werkes, und zwar rechtsverschoben. <26> geht über Konjunktion 22 ( $W2 \wedge \overline{W3}$ ) auf den Eingang 2 des Op-Werkes. Hier erfolgt die Addition, das Ergebnis geht in den Akkumulator. Ferner wurde die letzte Stelle des Akkus in die 1. Stelle des Ssp.3 gebracht.

Y nicht erfüllt: Es wird nur verkoppelt nach rechts verschoben.

Der beschriebene Ablauf wird insgesamt 42 mal ausgeführt, wobei abwechselnd, je nachdem ob Y erfüllt ist oder nicht, addiert und verschoben, oder nur verschoben wird. Dieser Befehlsablauf dient zur Durchführung der schnellen Multiplikation. Die beiden Faktoren stehen im Ssp.3 und in der Ssp.-Zelle (27-1).

An Hand des folgenden Schemas soll die schnelle Multiplikation noch etwas näher erläutert werden.

<3> = 5      Das Resultat steht am Ende der  
<26> = 7      Multiplikation in 3 ( <3> = 35).

	a	3
Ausgangszustand:	0...000000	0...000LOL
1. Schritt	0....00LLL	0....000LO → L
2. "	0.....00LL	L.....000L → 0
3. "	0.....L000	LL.....000 → L
4. "	L00	OLL      000 → 0
5. "	LO	OOLL     000 → 0
"		usw.,
"		
"		
"		
"		
"		
42. "		L000LL (35)



### Erläuterungen zur schnellen Multiplikation

Im Ausgangszustand steht im Akku eine 0, in 3 der Faktor 5.

1. Schritt: Es wird addiert und verschoben, da 40. Stelle in 3 = L.
2. Schritt: Es wird nur verschoben, da 40. Stelle in 3 = 0.
3. Schritt: Es wird addiert und verschoben, da 40. Stelle in 3 = L.
4. Schritt: Es wird nur verschoben, da 40. Stelle in 3 = 0.

In den folgenden Schritten wird nur noch verschoben, und zwar solange, bis im 42. Schritt das Resultat in den unteren Stellen des Ssp.3 steht.

### Schnelle Division

<4> = 0

Beispiel: PQPPLLRVAHS 27-41

<3> = 35

Dieser Befehl ist vom Inhalt des Akkus abhängig. Ist <a>  $\geq$  0, dann wird <26> vom linksverschobenen Akkuinhalt subtrahiert und die 40. Stelle in 3 in L gesetzt. Wenn <a> < 0 ist, wird <26> nur zum linksverschobenen Akkuinhalt addiert. Die Wege dazu sind im Rechenwerk eingezeichnet. Sie sind fast die gleichen wie bei der schnellen Multiplikation.

Das nachfolgende Schema zeigt den Ablauf der schnellen Division

<4> = 0  
 <26> = 7  
 <3> = 35

Anfangszustand:

	a	3	40.Stelle
1. Schritt	0.....0000000 L.....LLLLOOL	0.....L000LL 0.....L000LLL	
...			
35. Schritt	L.....LLLOOL	L000LLL....000	
36."	L.....LLLOLO	000LLL....000	
37."	L.....LLLOLL	00LLL....000	
38."	L.....LLLLOL	0LLL....000	
39."	L.....00000L	LLL....000	
40."	0.....LLLLOO	LL....00L	
41."	L.....000000	L.....OLO	
42."	0.....LLLOLO	0.....LOL	(5)

Erläuterungen zum Schema:

Im Anfangszustand steht im Akku eine Null und in 3 eine 35. Im ersten Schritt wird <26> von linksverschobenem Akku-Inhalt subtrahiert und H ausgeführt, da  $\langle a \rangle \geq 0$  ist. Im 2. bis 38. Schritt wird zum linksverschobenem Akku-Inhalt die 7 im Ssp.26 addiert und H nicht ausgeführt, da  $\langle a \rangle < 0$  ist. Im 39. Schritt und im 41. Schritt wird wieder subtrahiert und H ausgeführt. Der Vorgang ist aus dem Schema ersichtlich.

Am Ende der Operation steht der Quotient 5 im Ssp.3 in den untersten Stellen.

### Serienverschiebung im Akkumulator und Ssp.3

#### Beispiel: PQPPQQR $\bar{V}$ AKo

Bei diesem Befehl wird der Inhalt des Akkumulators in den Ssp.3 hineingeschoben. Dies geschieht aber im Gegensatz zu den normalen Verschiebungsbefehlen innerhalb einer Wortzeit. Die Anzahl der zu verschiebenden Stellen wird vorher als Konstante im Zähler-  
speicher 13 notiert ( $Z_{13} \neq \text{positiv!}$ ).

Die Kombination PQPPQQ bringt, wie schon bei der Entschlüsselung der Bedingungszeichen erwähnt, R0 und damit kein W0. Dafür wird W6 erzeugt. Über Konjunktion 121 ( $\bar{V} \wedge Z_{13} \neq 0 \wedge \bar{R1} \wedge W6$ ) wird an Konjunktion 12 der Schiebeimpuls für den Akku (Ps 0 - 40) durchgelassen. Wie aus dem log. Schaltbild ersichtlich ist, geht dieser Schiebeimpuls aber nicht auf die 1. Stelle T4, da W0 negativ ist. Der Ausgang der Konjunktion 121 geht ferner auf die Konjunktion 49 und gibt mit dem Ps 0 - 40 auch den Schiebeimpuls für den Ssp.3 frei. Der Inhalt des Akkus wird über D43 und Konjunktion 107 in den Ssp.3 hineingeschoben. Da die Stelle T4 nicht mitgeschoben wird, überträgt sich das Ausgangspotential von T4 Stelle für Stelle auf den gesamten Inhalt des Akkus. Stand T4 in L, dann steht am Ende der Serienschlebung eine -1 im Akku. Das gleiche geschieht entsprechend bei einem 0-Zustand von T4.

Ferner geht der Ausgang der Konjunktion 121 noch auf die Konjunktion 114. Der hier vorhandene Ps 0 - 40 zählt im Zähler-  
speicher 13 bis auf Null zurück. Ist die Nullstellung erreicht,

dann wird die Grösse  $Z13 \neq 0$  negativ und sperrt die Konjunktion 121. Damit wird der Schiebeimpuls für Akku und Ssp.3 abgeschaltet.

Die Serienschiebung mit V im Befehl bewirkt, daß das Abschalten des Schiebeimpulses nicht mehr von  $Z13 \neq 0$  abhängt, sondern vom 0-Zustand des Akkus ( $\overline{T40}$  negativ). An Disjunktion 122 wird  $\overline{V}$  durch  $\overline{T40}$  abgelöst, das solange positiv ist, wie noch eine L im Akku steht.  $Z13 \neq 0$  wird ferner durch V ersetzt. Ist nun der Inhalt des Akkus = 0 geworden, dann wird der Schiebeimpuls an Konjunktion 121 abgeschaltet.

Die Anzahl der stattgefundenen Verschiebungen steht als  $256 - n$  im Schnellspeicher 13 und kann mit dem Befehl B13 in den Akku übernommen werden. Im übrigen sind die Informationswege die gleichen wie beim Beispiel mit  $\overline{V}$ .

---

### 3.1 Automatische Fernschreiber-Abschaltung

Um Motor und Getriebe des Fernschreibers zu schonen, wurde die ZUSE Z 23 mit einer Schaltung versehen, die es gestattet, den Fernschreiber automatisch abzuschalten, wenn über einen Zeitraum von etwa 30 Sekunden nach Ausdruck des letzten Zeichens kein neues Zeichen ausgegeben wird. Auf dem log. Schaltbild ist die Fs-Abschaltung in der Mitte am unteren Blattrand angeordnet (Zeichnung-Nr. 18 002).

Zunächst sei die Ruhestellung betrachtet:

Die Taste Fs-Ein auf dem Bedienungspult ist nicht gedrückt. Die Konjunktion 91 (RW) ist bei Nichtvorhandensein eines Ausgabebefehls nicht erfüllt. Damit stehen die Flip-Flops D19 und R11 in 0, außerdem auch das Monoflop M4. Die Worttransportfreigabe erfolgt an der Konjunktion 92 mit Adr.14 Adr.15. Tritt nun ein Uk 15 auf, so ist Konjunktion 92 (RW) nicht erfüllt, wodurch der Worttransport jetzt vom Ausgang der Konjunktion 89 (RW) abhängig gemacht wird. Mit Uk 15  $\wedge$  Ps 43,5 (Konjunktion 91 RW) wird D19 in L gesetzt und damit auch R11 und M4. Wie auf dem log. Schaltbild ersichtlich, wird mit dem L-Ausgang von R11 über ein Relais der Fs-Motor eingeschaltet. Das gleichzeitig angesteuerte M4 hat eine Zeitkonstante von etwa 1 Sekunde, es kippt also erst nach 1 Sekunde wieder in den 0-Zustand zurück. Damit findet an Konjunktion 89 (RW) eine Worttransportunterbrechung von 1 Sekunde statt. In dieser Zeit erhält der Fs-Motor die zum Anlauf notwendige Zeit und es werden erst Daten auf den Fernschreibern ausgegeben, wenn der Motor seine Nenndrehzahl erreicht hat.

Zum Zurücksetzen von D19 und R11 wird eine Schaltgrösse, genannt "Zyklus", benutzt. Diese wird einer Nockenscheibe entnommen, die am Zählwerk für die Betriebsstunden der

Maschine, das im Bedienungspult rechts außen angebracht ist, angeschlossen ist. Die Scheibe besitzt zwei gegenüberliegende Nocken, und zwar so, daß die Nockenberge lang und die zwei Nockentäler kurz sind. Nockenberge etwa 30 sek., Nockental etwa 3 - 4 sek. Die Grösse "Zyklus" ist dem Nockenberge zugeordnet, "Zyklus" dagegen dem Nockental. Die Nockenscheibe dreht sich langsam.

Ist nun nach dem Ausdruck des letzten Zeichens einer ausgegebenen Information längere Zeit kein UK 15 gekommen, so setzt die Grösse "Zyklus" das Flip-Flop D19 in 0 (ausgelöst durch ein Nockental). Kurze Zeit später kommt das Signal "Zyklus" an Konjunktion 93 (RW) und setzt R11 in 0 (ausgelöst durch einen Nockenberge). Damit wird der Fs-Motor abgeschaltet. Erst bei einem neuen UK 15 wird, wie vorher beschrieben, der Fs-Motor wieder eingeschaltet. Kommt nun UK 15 dauernd, also auch während der Signale "Zyklus" bzw. "Zyklus", so spricht die Fs-Abschaltung nicht an, da D19 sofort nach Eintreffen von "Zyklus" wieder in 1 gesetzt wird und beim Eintreffen von "Zyklus" D19 nicht mehr in 0 steht. Die Konjunktion 93 (RW) ist damit nicht erfüllt, wodurch R11 auch nicht in 0 gekippt werden kann. Der Fs-Motor wird also nicht abgeschaltet.

Ist die auf dem Bedienpult vorhandene Taste "Fs-Ein" gedrückt, so wird die automatische Fs-Abschaltung außer Funktion gesetzt. Der Fs bleibt immer eingeschaltet.

### 3.2 Automatische Locher-Ein- bzw. Locher-Ausschaltung

Für den Betrieb der Ausgabeschaltung wird Adr.14 und auch Adr.15 benutzt. Beim Ansteuern mit Adr.14 wird zusätzlich der Streifenlocher am Fernschreiber automatisch eingeschaltet, mit Adr.15

dagegen automatisch ausgeschaltet (Konjunktion 95 (RW) ).

### 3.3 Steuerung des Ein- und Ausgabekanals

Für den Anschluß von beliebigen Zusatzgeräten ist noch eine Steuerung vorhanden, die den Worttransport freigibt, bzw. unterbricht, wenn eines dieser Geräte angewählt ist. Für diese Steuerung wird die Adresse 9 und die Flip-Flops D20 und D21 benutzt. Soll über ein solches Gerät in die Maschine etwas eingegeben werden, dann wird zunächst über Konjunktion 96 (RW) mit Ps 41 Flip-Flop D20 in L gesetzt. Damit wird der Worttransport über Konjunktion 97 (RW) mit  $\bar{U}_0$  Adr.9 freigegeben.

Bei der Ausgabe auf ein beliebiges Gerät wird die gleiche Schaltung benutzt, nur wird die entsprechende Konjunktion jetzt mit  $U_0 \wedge \text{Adr. 9}$  (Konjunktion 98 RW) gesteuert.

### 3.4 Handeingabe

Um zusätzliche Dualstellen in den Akkumulator zu bringen, ist die Z 23 mit einer Handeingabe für 5 Bits ausgestattet. Hierfür ist auf dem Bedienpult eine Tastenreihe vorhanden (Bedienungsspeicher). Man tastet die gewünschte Dualkombination ein, die Übernahme erfolgt mit dem Befehl AK 14. Die Konjunktionen 99 bis 103 (RW) sind diesen 5 Tasten zugeordnet. Sie werden abgefragt mit PL 0,5, PL 1,5, PL 2,5, PL 3,5, PL 4,5. Die eingetastete Kombination gelangt damit in die 5 untersten Stellen des Akkus. Dies geschieht über Disjunktion 105 (RW) und Sammeldisjunktion "S". Die Anwahl des Speichers 14 erfolgt über Konjunktion 104 (RW),  $\bar{C} \wedge (W1 \wedge \bar{RT}) \wedge \text{Adr.14} \wedge \bar{U}_0$ .

### 3.5 Ausgabe auf Facit-Locher

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf das beigelegte Schaltbild.

Im Ruhezustand stehen die FF "Start" und "KO" in 0. Das FF "FZ" steht in L.

Soll nun ein Zeichen auf den Facit-Locher ausgegeben werden, so kommt zuerst der Befehl UK1. Das von der Schreibleitung kommende Wort enthält die fünf Stellen des zu lochenden Zeichens. Diese fünf Stellen werden in das Register A1 - A5 hereingeschoben,  $(W \wedge \overline{R1}) \wedge UK1 \wedge \text{Schreibleitung}$  ist positiv an der Konjunktion links neben dem Register. Ebenso ist die Konjunktion darunter erfüllt, sodaß der Schiebeimpuls Ps 35 - 39 auf das Register gelangt.

Mit dem Ps 39 wird gleichzeitig das FF "KO" in L gesetzt, und zwar wegen der erfüllten Konjunktion vor dem L-Eingang von "KO".

Damit geschieht zur Zeit Ps 40 folgendes:

Das FF "Start" kippt in L, da beide Konjunktionen vor "Start" erfüllt sind. Ist der Facit-Locher bereit, ein Zeichen zum Lochen zu übernehmen, dann ist die Grösse ready Signal positiv. Ferner wird mit dem Ps 40 das FF "FZ" in 0 gesetzt und damit der Worttransport in der Z 23 unterbrochen, denn der Locher ist mit dem Auswerten eines Zeichens beschäftigt.

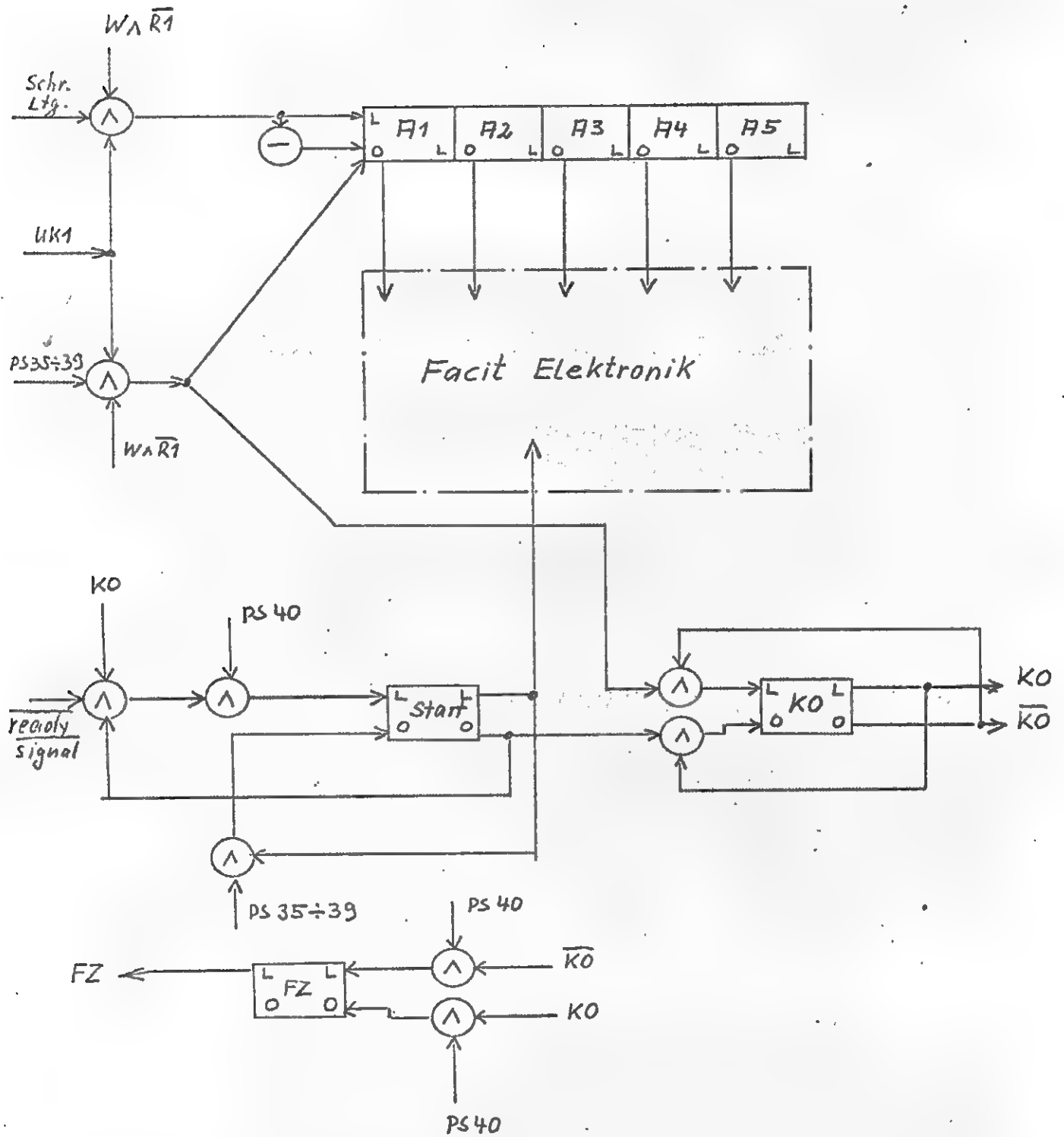
Der L-Ausgang des "Start"-Flip-Flop bewirkt die Übernahme des Registerinhaltes in den Pufferspeicher des Facit-Lochers. Das Zeichen wird anschließend gelocht. Der in der folgenden Wortzeit nach dem L-Setzen des "Start"-Flip-Flops kommende Ps 35 - 39 setzt das "Start"-FF zurück in 0 und bewirkt damit auch das Nullsetzen des FF's "KO".



Mit  $\overline{K0}$  und dem folgenden Ps 40 wird "FZ" wieder in L gesetzt und es kann ein neues Zeichen in das Register übernommen werden, falls wieder ein UK1-Befehl vorliegt.

Während des Lochungsvorganges im Facit-Locher ist das Signal ready-Signal negativ. Es kann also während dieser Zeit das "Start"-FF nicht in L gesetzt und damit auch kein neues Zeichen in den Pufferspeicher des Facit-Lochers übernommen werden.

Ist nach dem Auslochen das Signal ready-Signal positiv, dann erfolgt die Übernahme eines neuen Zeichens vom Register in das Pufferregister des Facit-Lochers und der eben beschriebene Vorgang beginnt von neuem.



Logik  
Facit-Schnell-Locher

#### 4. A n h a n g

##### 4.1 Einführung in die Dualzahlen

Das System der Dualzahlen kennt nur 2 Ziffern, nämlich 1 und 0, geschrieben L und O. Im übertragenen Sinne heißt das ja oder nein; hat Strom oder keinen Strom.

Ebenso wie im Dezimalsystem, wo jede Zahl durch eine Potenzreihe mit der Basis 10 darstellbar ist, z.B.

$$408,5 = 4 \cdot 10^2 + 0 \cdot 10^1 + 8 \cdot 10^0 + 5 \cdot 10^{-1} \\ (10^2 = 10 \cdot 10, 10^{-1} = 1/10)^x)$$

läßt sich im Dualsystem jede Zahl durch eine Potenzreihe mit der Basis 2 darstellen, z.B.

$$408,5 = 1 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + \\ 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} \\ (2^4 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2; 2^{-2} = \frac{1}{2^2} = \frac{1}{2 \cdot 2} = \frac{1}{4})^x) \\ = \text{LLOOLL000,L}$$

Die Umwandlung der dekadischen Zahl in die Dualzahl unterliegt folgendem Formalismus:

408 ist eine gerade Zahl, schreibe 0 dividiert durch 2							
:2	204	"	"	"	"	"	0
:2	102	"	"	"	"	"	0
:2	51	"	"	ungerade	"	"	L
:2	25	"	"	"	"	"	L
:2	12	"	"	gerade	"	"	0
:2	6	"	"	"	"	"	0
:2	3	"	"	ungerade	"	"	L
:2	1	"	"	"	"	"	L

Das Ergebnis ist: L L O O L L O O O

Die Stellen nach dem Komma lassen sich nur für die Potenzen  $2^{-1}$ ,  $2^{-2}$ ,  $2^{-3}$ ,  $2^{-4}$  ...  $2^{-n} = 1/2, 1/4, 1/8, 1/16 \dots 1/2^n$  exakt angeben.

$2^{-1} = 1/2 =$	0,5	0,L
$2^{-2} = 1/2^2 = 1/4$	0,25	0,0L
$2^{-3} = 1/8$	0,125	0,00L

usf.

$$\begin{aligned} 0,LL &= 1/2 + 1/4 = 0,75 \\ 0,L0L &= 1/2 + 1/8 = 0,625 \\ 0,OLL &= 1/4 + 1/8 = 0,375 \end{aligned}$$

x)  $10^0 = 2^0 = 1$ , d.h. jede Zahl hoch 0 gilt als 1.

Entsprechend dem Positionsgesetz der Potenzreihe erhält man dann leicht die Zahlenreihe:

0	0000	6	OLLO	12	LLOO
1	000L	7	OLLL	13	LL0L
2	00LO	8	L000	14	LLLO
3	0OLL	9	LOOL	15	LLLL
4	OL00	10	LOLO	16	L0000
5	OL0L	11	LOLL	usf.	

Ob eine Dualzahl  $\geq$  als eine andere ist ( $>$  größer als,  $<$  kleiner als),

entscheidet man formal:

$L > 0$  denn L ist größer als 0  
 $LL > LO$  denn in der ersten Position ist  $L = L$   
 aber in der nächsten niederen Stelle  $L > 0$ .

## Abrisse der Grundrechnungsarten

### a) Addition

Es gilt  $0 + 0 = 0$   
 $0 + L = L$   
 $L + 0 = L$   
 $L + L = LO$

OLLL (7)	LOOOOL (33)
+ OOLL (3)	+ OLLOLL (27)
<hr/>	<hr/>
LOLOL (10)	LLLLOO (60)

Die Zahl über dem Strich besagt "Überlauf"; beim Addieren nicht vergessen!

LLLL (15)	<u>Formel:</u>	Bei geradzahliger Anzahl von L schreibe
LOOL (9)		0, bei ungeradzahliger Anzahl schreibe
OLLL (7)		L und merke Anzahl der L dividiert
LOLL (11)		durch 2 als Übertrag vor.

2222

---

LOLOLO (42)

### Subtraktion

Die negativen Zahlen werden das 2er Komplement dargestellt. Das 2er Komplement erhält man, indem man in alle Stellen 0 in L bzw. L in 0 umgekehrt und zusätzlich in der untersten Stelle eine L zuaddiert.

Z.B.	00OLLLOL = 13
Umkehrung	LLLOOLO
Add. einer L	<hr/> L
	LLLOOLL = -13

Diese negativen Zahlen kann man dann einfach addieren.

Z.B.  $13 + (-13) = 0$

13	000LLOL
-13	LLLOOLL
<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 0 5px;">L</div> 0000000	

Die vorderste Stelle 

L

 fällt aber heraus, wenn wir nur (wie hier angenommen) 7 Stellen verarbeiten können.

Wenn man Zahlen subtrahieren will, so wird die zweite Zahl negativ gemacht und dann addiert.

Z.B.  $37 - 9 = 28$

37	00LOOLOL	=	37
9	0000LOOL	=	-9
	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 0 5px;">L</div> 000LLLOO	=	28

### Multiplikation

Es gilt

$0 \cdot 0 = 0$
$0 \cdot L = 0$
$L \cdot 0 = 0$
$L \cdot L = L$

folglich

LL00	•	LOLL
LL00		
0000		
LL00		
LL00		
L0000L00		

Vorgang wie im Dezimalsystem.

## Division

Sie kann ebenso wie im Dezimalsystem behandelt werden.

LIOLLL : LOLl = L

LOLL

da LIOL > LOLl, gibt das L

OOLO

LOLOl

da OLOL < LOLl, " " O

LOLL

LOLL

da LOLl = LOLl, " " L

LOLL

Ergebnis LOL

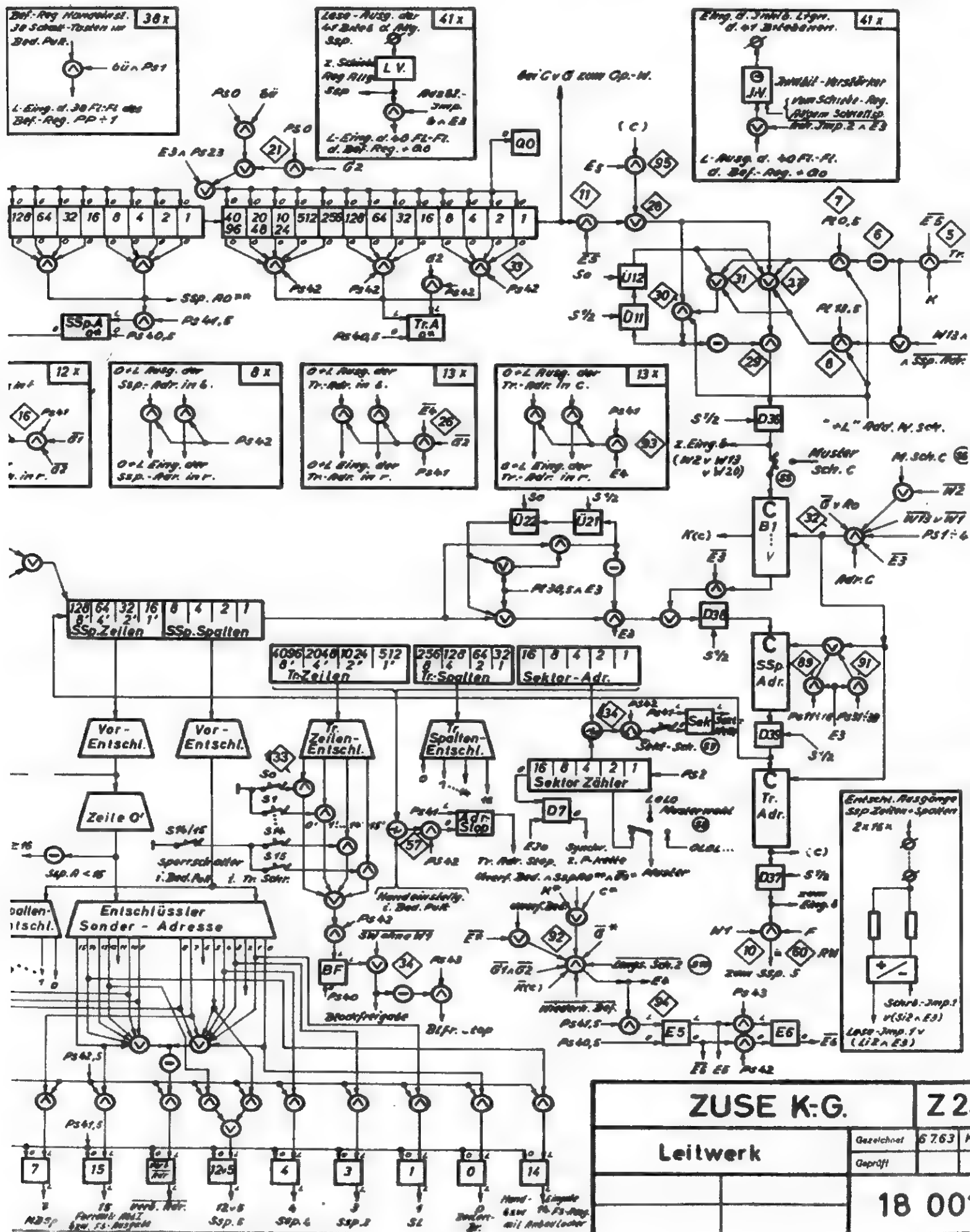
#### 4.2 Liste der Schnellspeicher

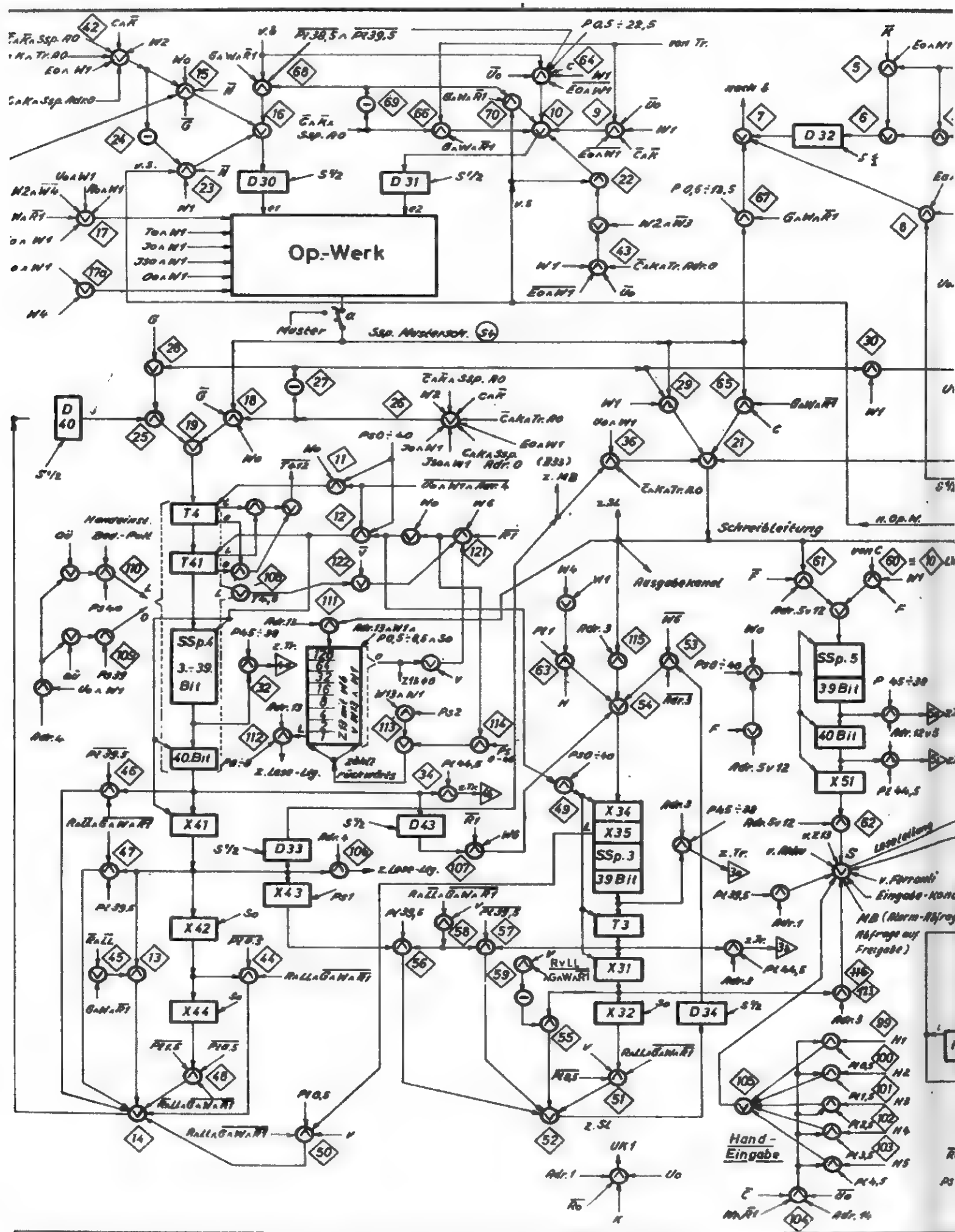
Adresse	Wirkung beim Lesen	Wirkung beim Schreiben
0	liefert 0	Schnelldrucker
1	liefert 2 <sup>39</sup> Vorzeichenstelle	Facit-Locher
2	Test P, Q bei beliebigen Befehlen	
3	Verlängerung des Akkus, Test Y auf letzte Stelle	
4	Akkumulator Test PP, QQ, PPQQ, PQQQ	Übernahme der Handeinstellung
5	Rückkehradressenspeicher	
6	ohne Besonderheit	
7	Magnetbandspeicher	
8	Lochkartenmaschinen	
9	Ein- und Ausgabekanal für Sondergeräte	
10	Ferranti-Abtaster II	
11	ohne Besonderheit	
12 ≡ 5		
13	Zähler für Serienschiebung und Blocktransfer	
14	Bedingungsschalter	Fernschreiber
15	Ferranti-Abtaster I	Fernschreiber
16 -		
⋮		
⋮	allgemein ohne Besonderheit	
⋮		
255		

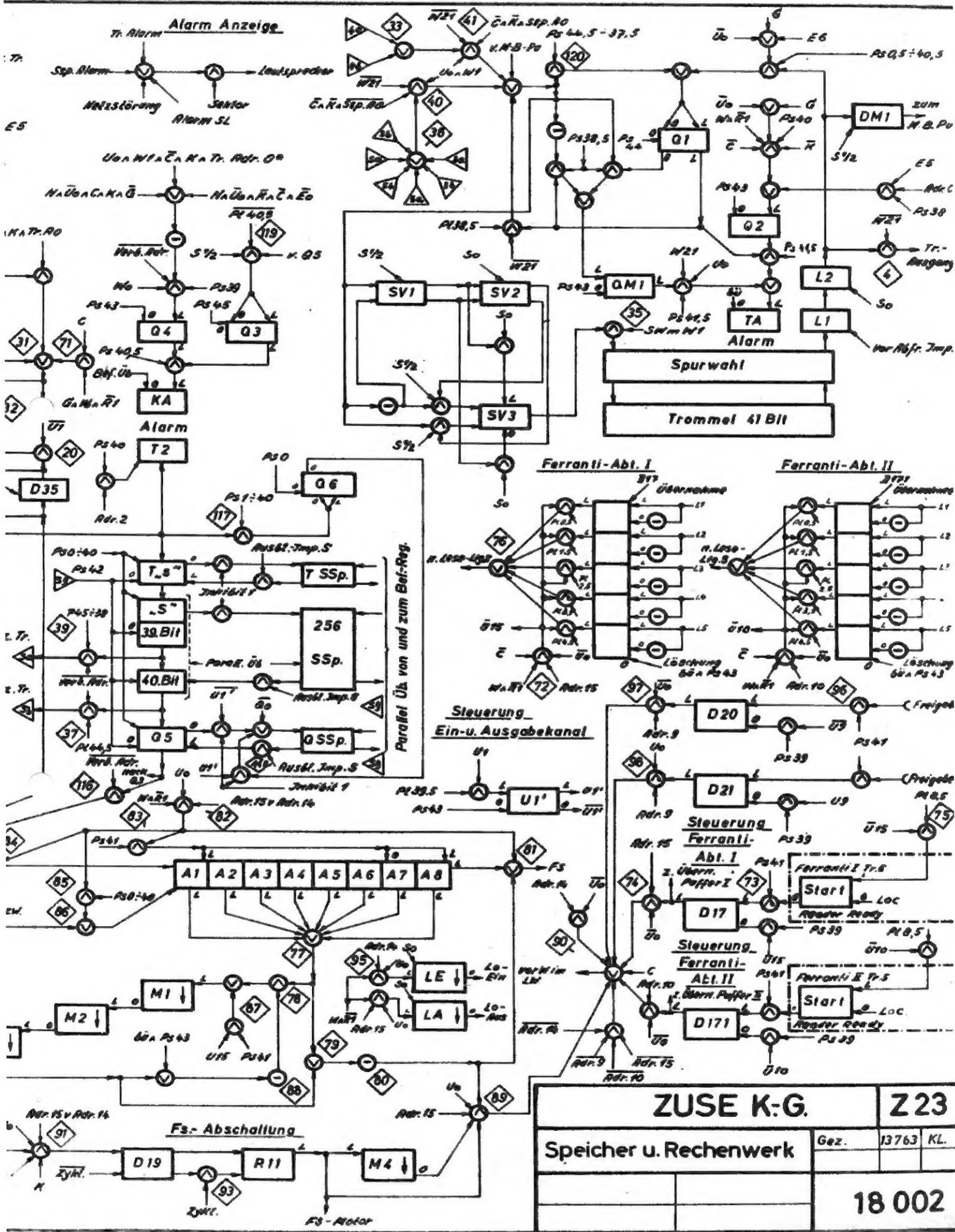
Für Trommelsprungbefehle sind testbar (PEs+t, QEs+t)  
2, 6, 11, 16 bis 255.











ZUSE K-G.		Z 23
Speicher u. Rechenwerk		Gez. 13763 KL.
		18 002







